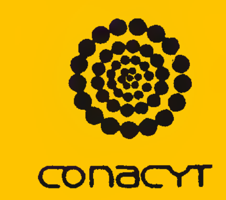
ISSN 0187-7151



ACTA BOTANICA MEXICANA

núm. 33 *Octubre 1995*

Instituto de Ecología A.C.



Acta Botánica Mexicana (1995), 33:1-36

LA VEGETACION SELVATICA DE LA REGION DE GOMEZ FARIAS, TAMAULIPAS, MEXICO[1]

ALFONSO VALIENTE-BANUET

Centro de Ecología, UNAM
Ciudad Universitaria
Apdo. Postal 70-275
04510 México, D.F.

FRANCISCO GONZALEZ MEDRANO

Departamento de Botánica
Instituto de Biología, UNAM
Apdo. Postal 70-233
04510 México, D.F.

DANIEL PIÑERO DALMAU

Centro de Ecología, UNAM
Ciudad Universitaria
Apdo. Postal 70-275
04510 México, D.F.

RESUMEN

En este trabajo se presenta un análisis descriptivo de la vegetación selvática, acuática y riparia de la región de Gómez Farías, localizada en el sur del estado de Tamaulipas en un complejo fisiográfico de la Sierra Madre Oriental, entre los 100 y 900 metros sobre el nivel del mar.

Los bosques tropicales fueron estudiados por medio de muestreos de campo analizando su estructura y composición florística, mientras que las comunidades acuáticas y riparias fueron caracterizadas solamente con base en esta última.

Se describen seis tipos de vegetación, de los cuales cuatro corresponden a diferentes clases de selvas tropicales. Esta variedad de cubierta vegetal parece estar asociada a la diversidad microambiental producto de la heterogeneidad fisiográfica. En un trabajo previo realizado en la zona de estudio, se señaló la presencia del Bosque Tropical Siempre Verde, sin embargo nuestro estudio indica que esta comunidad se encuentra restringida a sitios protegidos por la fisiografía.

Las diferencias registradas entre los sitios de muestreo, tales como densidad del sotobosque, grado de diversidad, así como patrones de distribución agregada de algunas especies, están asociados a la heterogeneidad microambiental así como al posible efecto perturbador de tormentas y ciclones tropicales comunes en esta parte de México.

Se inventarió un total de 286 especies de angiospermas para la zona de estudio.

[1] La versión original de este trabajo fue presentada por el primer autor como requisito para obtener el título de Biólogo en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México en 1984.

ABSTRACT

In this work a descriptive vegetational analysis of the tropical forests, as well as of aquatic and riparian communities in the Gómez Farías municipality is presented. The study area is located in the southern part of the state of Tamaulipas in a physiographical complex of the Sierra Madre Oriental, between 100 and 900 meters above the sea level.

The tropical forests were described by means of field samplings analyzing their structure and composition, whereas aquatic and riparian communities were characterized considering a floristic composition criterion.

From the six vegetation types encountered in the study site, four corresponded to tropical forests, whose distribution can be associated to the effect of the microenvironmental diversity produced by physiographical heterogeneity. A previous study reported the existence of a Tropical Evergreen Forest for this part of Mexico, but our work indicates that only in areas protected by the physiography, it is possible to find this vegetation variant.

Vegetation differences among sampling sites such as understorey densities, diversity levels and clumped distribution patterns of some species are associated to microenvironmental heterogeneity and possible disturbance effects of tropical storms that are common in this part of Mexico.

A total of 286 species of angiosperms are reported for the zone.

INTRODUCCION

En el presente trabajo se hace un análisis descriptivo de la vegetación de las porciones inferiores de la región de Gómez Farías, localizada en el sur del estado de Tamaulipas. Se trata de una zona selvática en donde, según Martin (1958), predomina el Bosque Tropical Siempre Verde ("Tropical Evergreen Forest"). Sin embargo, al discutir el límite boreal del Bosque Tropical Siempre Verde en América Continental, Rzedowski (1963) considera que el "Tropical Evergreen Forest" citado por Martin (1958) para la región de Gómez Farías, no corresponde en realidad a tal formación vegetal. El mencionado autor argumenta que la distribución de este tipo de vegetación en la parte nordeste de México es discontinua y está restringida a cañadas y sitios protegidos. Señala además, que existe una mezcla de elementos del Bosque Tropical Deciduo, que los árboles están ramificados al nivel del suelo y que las especies dominantes del bosque, tales como *Brosimum alicastrum* y *Mirandaceltis monoica* no sobrepasan los veinte metros de altura.

En este trabajo se presenta una descripción detallada de la vegetación de la zona selvática de la región de Gómez Farías. Se consideró pertinente realizarla debido a que el trabajo de Martin (1958), por estar enfocado principalmente al estudio de los anfibios y reptiles de la región y no a la cubierta vegetal, resulta limitado. Por otro lado, las contribuciones de Puig (1976, 1989), Puig y Bracho (1987) no incluyeron una descripción de la vegetación de esta zona.

Para la caracterización de los bosques tropicales se emplearon criterios estructurales, fisonómicos y florísticos, mientras que la descripción de las comunidades de ambientes acuáticos y riparios se hizo exclusivamente con base en listados florísticos.

EL AREA DE ESTUDIO

La región estudiada con una área aproximada de 400 km^2, abarca gran parte del municipio de Gómez Farías y se encuentra ubicada casi en el límite septentrional de la

zona conocida como la Huasteca en el estado de Tamaulipas (23°00' - 23°10' N y 99°05'-99°11' W; Fig. 1). Se trata de una amplia faja de vegetación selvática, establecida en un segmento de la Sierra Madre Oriental, constituido por la Sierra de Guatemala y la Sierra Chiquita. Ocupa una franja altitudinal entre los 100 y 900 m, cubierta por rocas sedimentarias del Cretácico, que producen una topografía cárstica (López, 1972), con suelos superficiales y ricos en materia orgánica (Cuadro 1). En la región existen dos ríos con escurrimientos permanentes, el Sabinas y el Frío. El cuadro 2 presenta la información correspondiente a la precipitación y las temperaturas medias anuales registradas en seis estaciones meteorológicas. Actualmente, la zona estudiada se encuentra dentro de la Reserva de la Biósfera "El Cielo" dependiente de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Cuadro 1. Valores de algunas características de los suelos de la región de Gómez Farías, Tamaulipas (tomado de Valiente, 1984).

CARACTERISTICA	INTERVALO DE VALORES ENCONTRADOS
pH	6.5 - 6.7
Porcentaje de materia orgánica	10.8 - 51.6
Porcentaje de nitrógeno total	1.1 - 2.3
Fósforokg/ha	68.2 - 148.2
ppm/kg	37.1 - 74.1
Potasio meq/100 gr	70.8 - 220.5
Calcio meq/100 gr	13.3 - 31.4
Color en seco	10 YR 2/2 - 5 YR 2.5/2
Textura	Migajón arenoso - Migajón limoso

MATERIALES Y METODOS

Muestreos y su localización

Para describir la vegetación selvática se delimitaron tres parcelas de muestreo de 1200 m² y uno de 1600 m². La determinación de cada sitio de muestreo se hizo estratificando la zona de estudio con base en un criterio fisiográfico, distinguiendo diferencias geomórficas y tomando en cuenta la exposición de las localidades con respecto a la radiación solar y a los vientos. Cada parcela fue dividida en subunidades de 100, 25 y 1 m² en las cuales se inventariaron respectivamente: árboles (individuos mayores de 2 m y con un diámetro a la altura del pecho, D.A.P. $\geq$ 3.18 cm), arbustos (individuos menores de 2 m y D.A.P. inferior a 3.18 cm) y herbáceas (individuos de tamaño menor de 0.5 m). De esta manera, el área total de muestreo en cada parcela para los árboles fue su superficie total (1200-1600 m²); para los arbustos fue de 300 m² y; para las plantas herbáceas de 12 m². A cada árbol se le midió la altura máxima y la de la primera ramificación, dos diámetros de cobertura y el D.A.P. A los arbustos y a las especies herbáceas se les determinó la elevación y dos diámetros de cobertura.

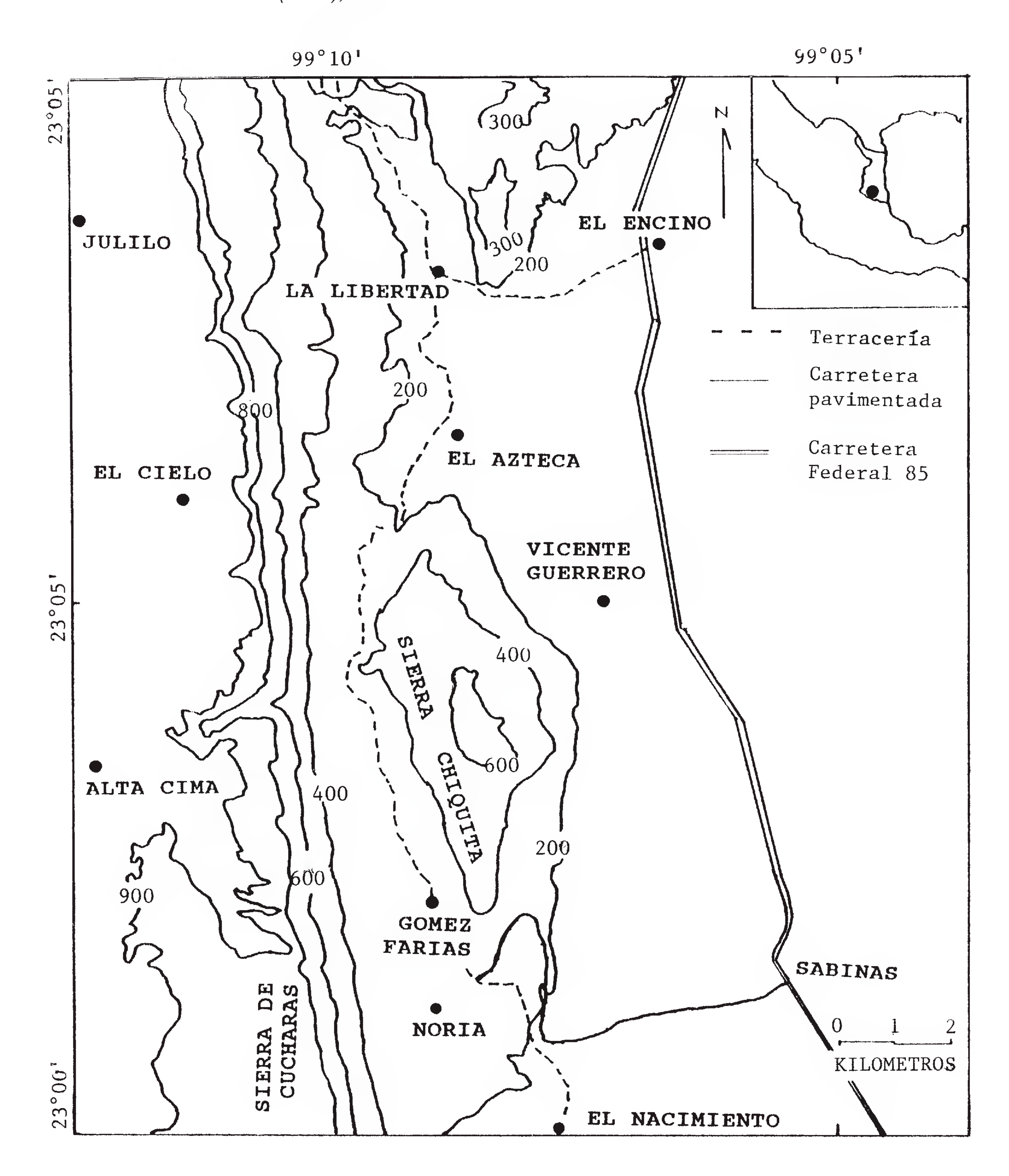


Fig. 1. Localización geográfica del área de estudio.

Cuadro 2. Resumen de datos climáticos de seis estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio (tomado de Valiente, 1984).

ESTACION	LOCALIZACION	ALTITUD (m s.n.m.)	TEMP. MEDIA ANUAL (°C)	PRECIPITACION TOTAL ANUAL (mm)	CLIMA
Ahualulco	22°57'21" N 99°07'45" O	100	24.8	1625	A(w")w(e)g
Chamal Nuevo	22°49'24" N 99°13'57" O	250	23.9	1297	(A)C(w)wa(e)g
Gómez Farías	23°02'01" N 99°15'00" O	400	22.8	1690	(A)C(m)(w")a(e)g
Joya de Salas	23°10'35" N 99°11'20" O	1560	15.9	928.5	C(w")b(e)g
La Boquilla	22°47'00" N 99°12'30" O	250	23.7	1271	(A)C(w")(w)a(e)g
Sabinas	23°02'42" N 99°07'57" O	100	25.5	1289	A w"(e)g

Un segundo tipo de muestreo, sin delimitación de área, fue usado para describir la vegetación localizada en sitios de difícil acceso y con fuertes pendientes (riscales). En este caso se utilizó el método denominado “Cuadrantes Centrados en un Punto” de Cottam y Curtis (1956). Se hicieron las mismas mediciones que se especifican en los muestreos descritos en la página anterior para los individuos arbóreos, arbustivos y herbáceos. En el cuadro 3 se resumen las características ambientales de los sitios de muestreo.

La dominancia de las especies

Para determinar el grado de dominancia de las especies arbóreas, cada árbol fue asignado a una categoría de altura o estrato como sigue:

i) Estrato bajo: árboles menores o iguales a 8 m de altura.
ii) Estrato medio: árboles mayores de 8 m y menores de 18 m.
iii) Estrato alto: árboles mayores de 18 m de altura.

La dominancia de las especies se determinó para cada estrato reconocido, de acuerdo con el índice de Sarukhán (1968):

$$I.D. = i.d. \times A.B.$$

donde: I.D. = índice de distribución; i.d. = frecuencia (%) de la especie en las diferentes subunidades del muestreo x densidad de la especie y; A.B. = área basal total de la especie en cada estrato.

Cuadro 3. Resumen de las características ambientales de los sitios de muestreo.

LOCALIZACION	ALTITUD (m s.n.m.)	PENDIENTE	% DE ROCA
I.- 2 km al este de Gómez Farías. Ladera de orientación oeste sobre la Sierra Chiquita	500	26°	52
II.- 4 km al norte del ejido La Libertad. Ladera de orientación este “Nacimiento del Río Sabinas”	200	15°	43
III.- 3 km al oeste de Gómez Farías. Ladera de orientación este sobre la Sierra de Cucharas	520	19°	81
IV.- 12 km al sur de Gómez Farías. “Bocatoma”. Nacimiento del Río Frío. Ladera de orientación este sobre la Sierra de Cucharas	140	22°	50
V.- 1.5 km al este de Gómez Farías. Ladera de orientación suroeste sobre la Sierra Chiquita	350	35°	90

Para los arbustos y las plantas herbáceas se usó el “Indice de Valoración de Importancia”, el cual se obtiene sumando los valores de cobertura, abundancia y frecuencia en escala porcentual para cada especie (Curtis y McIntosh, 1951).

Cálculo de la diversidad para los diferentes muestreos

Se calcularon los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H) y de equitabilidad (E), según Krebs (1972). El cálculo de H se hizo de la siguiente manera:

$$H = - \sum_{i=1}^{s} (pi)\ (\ln pi)$$

donde: pi = proporción de la muestra total de la iésima especie; s = número de especies y; ln = logaritmo de base e.

La equitabilidad (E) se calculó como E= H/H max

donde: H max = ln s

Análisis de la distribución espacial de los organismos

Para determinar el patrón de distribución espacial de las especies encontradas en las parcelas de muestreo, cada árbol y arbusto por separado fueron localizados en un croquis a escala 1 cm : 1 m. El método de análisis empleado fue el de Clark y Evans (1954), que se basa en la medición de las distancias entre individuos más cercanos de la misma especie y forma de vida. La media de las distancias que se esperaría si éstos tuvieran una distribución aleatoria, se comparó con la media observada. Con base en ésto se obtuvo una medida de la forma y el grado en que una población se aparta de la aleatoriedad. De tal manera la distancia media observada se calculó:

$$ro = \Sigma r / N$$

y la distancia esperada

$$re = 1 / 2\sqrt{p}$$

donde r es la distancia entre cada individuo y su vecino más cercano para una población de N individuos que tienen una densidad específica p. El cociente R = ro/re se empleó como medida de la desviación con respecto a la aleatoriedad. Por lo tanto, en una distribución aleatoria R = 1, mientras que bajo condiciones de máxima agregación R = 0. Cuando se presenta una condición de máximo espaciamiento R = 2.149. La valoración de significancia se hizo por medio de una prueba de C, el desvío estándar de la curva normal, el cual se calcula de la siguiente manera:

$$C = (ro - re) / \delta rE$$

donde δrE es el error estandar de la distancia media al vecino más cercano en una población distribuida al azar, con la misma densidad que la población observada. En este paso rE se calcula de la siguiente forma (Clark y Evans, 1954):

$$rE = 0.26136 / \sqrt{Np}$$

donde N es el número de distancias medias y p la densidad. Los valores de C de 1.96 y 2.58 representan respectivamente 5% y 1% del nivel de significancia.

Vegetación acuática y riparia

La vegetación acuática del nacimiento de los ríos Sabinas y Frío fue caracterizada por medio de una representación diagramática de la distribución de las especies a distintas profundidades. De la vegetación riparia sólo se anotaron las especies censadas.

Listado florístico

El listado florístico que se presenta en el apéndice 2 se elaboró con base en el material colectado durante el desarrollo del trabajo (mayo de 1984 a mayo de 1987). Los ejemplares se encuentran depositados en el Herbario Nacional del Instituto de Biología de la UNAM (MEXU).

RESULTADOS

Vegetación

El área estudiada comprende un complejo fisiográfico muy heterogéneo con varios tipos de vegetación distribuidos en mosaico. Una síntesis se presenta a continuación siguiendo el sistema de clasificación de la vegetación de Miranda y Hernández, X. (1963), se menciona su equivalencia con el de Rzedowski (1978) y con el empleado por Puig (1976). Para revisar los datos estructurales detallados véase el apéndice 1.

1.- Selva Baja Caducifolia (Fig. 2; muestreo V), Bosque Tropical Caducifolio (Rzedowski, 1978) o Forêt Tropicale Caducifoliée (Puig, 1976). Se encuentra en zonas de fuertes pendientes y alta pedregosidad conocidos comunmente como riscales. En estos sitios dominan los árboles *Pseudobombax ellipticum*, *Neobuxbaumia euphorbioides* y *Bursera simaruba*, cuyos doseles nunca sobrepasan los 10 metros de altura. Elementos arbustivos como *Agave lophantha* y *Hechtia* sp., y herbáceos como *Syngonium podophyllum* y *Pilea serpyllifolia* son los más conspicuos en el sotobosque. Sin lugar a dudas éste es el tipo de vegetación más xerófilo de los encontrados, el cual alterna con otras comunidades a manera de mosaico y su presencia se asocia con fuertes pendientes, poca cantidad de suelo y exposición a vientos y desecación.

2.- Selva Mediana-Baja Subcaducifolia (Fig. 3; muestreo IV), Bosque Tropical Subcaducifolio-Caducifolio (Rzedowski, 1978), Forêt Tropicale Moyenne Semi-caducifoliée (Puig, 1976). Se le encuentra en los lomeríos de la parte sur del área de estudio en las cercanías de río Frío. Los elementos arbóreos dominantes son *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Savia sessiliflora* y *Acacia coulteri*. El sotobosque está constituido principalmente por *Bromelia pinguin* y *Acalypha schiedeana*.

3.- Selva Mediana Subperennifolia (Fig. 4; muestreo I), Bosque Tropical Subcaducifolio (Rzedowski, 1978), Forêt Tropicale Moyenne Subsempervivente (Puig, 1976). Es el tipo de vegetación preponderante en la región. Los elementos arbóreos dominantes son *Bursera simaruba*, *Lysiloma divaricata*, *Savia sessiliflora*, *Drypetes lateriflora*, *Acalypha schiedeana*, *Randia laetevirens* e *Hybanthus mexicanus*. Se presenta un fuerte desarrollo del sotobosque con elementos dominantes como *Drypetes lateriflora*, *Acalypha schiedeana* y *Chamaedorea radicalis*. Otra variante de esta comunidad es la que corresponde al muestreo III, en donde los árboles alcanzan alturas un poco mayores y el estrato superior es más cerrado. Se localiza en zonas parcialmente protegidas dentro de cañadas. Los árboles dominantes son *Brosimum alicastrum* y *Mirandaceltis monoica*. De los elementos del sotobosque importantes se encuentran *Acalypha schiedeana*, *Urera caracasana* y *Syngonium podophyllum*.

4.- Selva Mediana Perennifolia (Fig. 5; muestreo II), Bosque Tropical Subcaducifolio (Rzedowski, 1978) Forêt Tropicale Moyenne Semi-caducifoliée (Puig, 1976). Es el tipo de vegetación más exuberante en la zona estudiada, que por la altura de los árboles de hasta 30 metros es similar a una Selva Alta Perennifolia. Esta variante del bosque se encontró en las cercanías del nacimiento del río Sabinas y en los márgenes del río Frío. El estrato

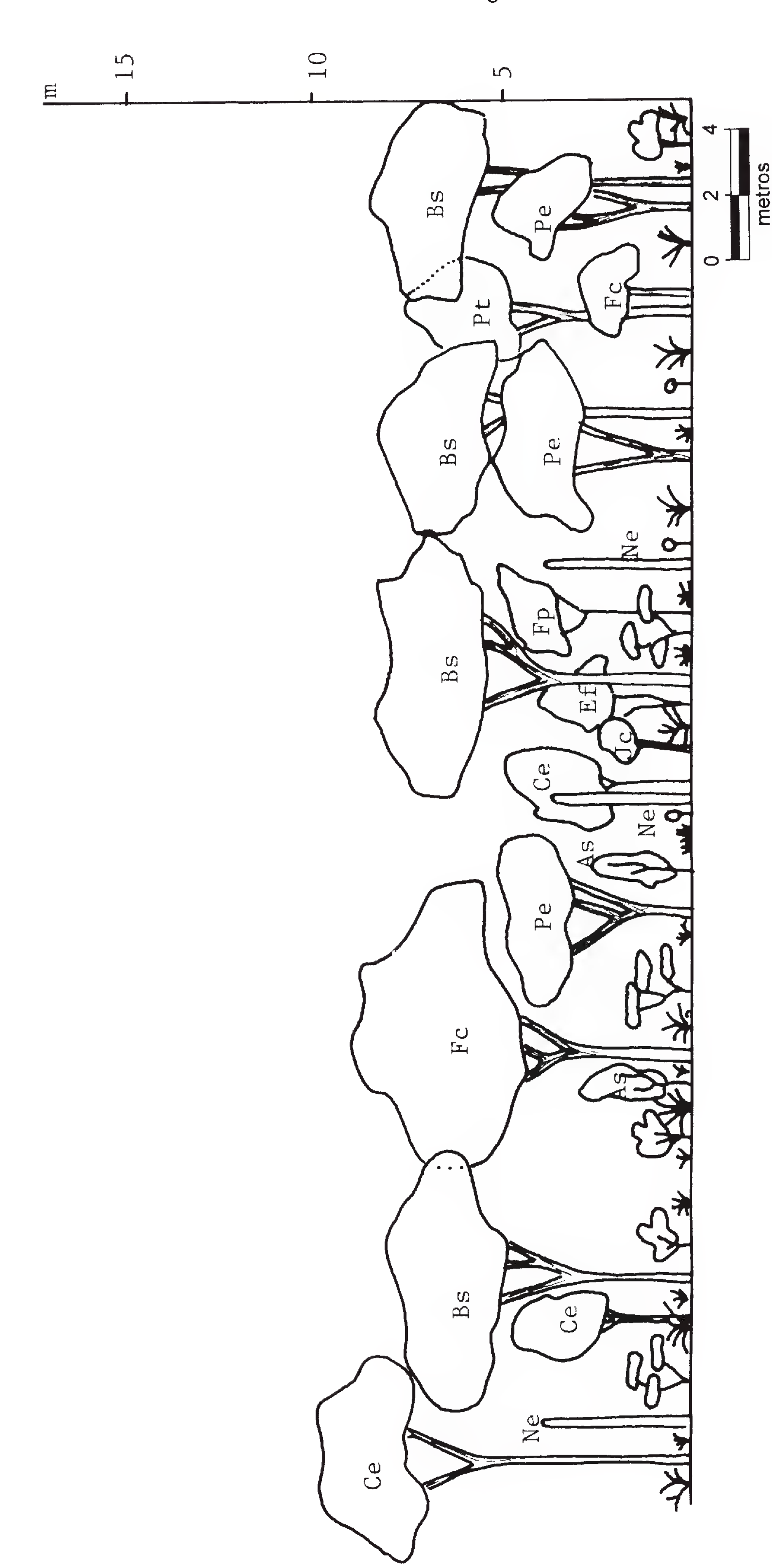


Fig. 2. Perfil diagramático de la vegetación (Cuadro V). Arboles: Bs = *Bursera simaruba*, Pe = *Pseudobombax ellipticum*, Ne = *Neobuxbaumia euphorbioides*, Fc = *Ficus cotinifolia*, As = *Acalypha schiedeana*, Ce = *Colubrina elliptica*, Fp = *Ficus padifolia*, Ef = *Eugenia fragrans*, Jc = *Jatropha curcas*, Pt = *Phoebe tampicensis*. Arbustos: *Agave lophantha*, *Hechtia* sp., *Cnidoscolus multilobus*, *Louteridium tamaulipense*, *Bonplandia geminiflora*.



Fig. 3. Perfil diagramático de la vegetación (Cuadro IV). Arboles: Bs = *Bursera simaruba*, Ac = *Acacia coulteri*, Pp = *Piscidia piscipula*, Ss = *Savia sessiliflora*, Ce = *Colubrina elliptica*, Pa = *Pisonia aculeata*, Pb = *Phyllostyllon brasiliense*, As = *Acalypha schiedeana*, Exc = *Exostema caribaeum*, Jc = *Jatropha curcas*. Arbustos: *Savia sessiliflora*, *Petrea volubilis*, *Chamaedorea radicalis*, *Cnidoscolus multilobus*, *Morisonia americana*, *Erythrina herbacea*.

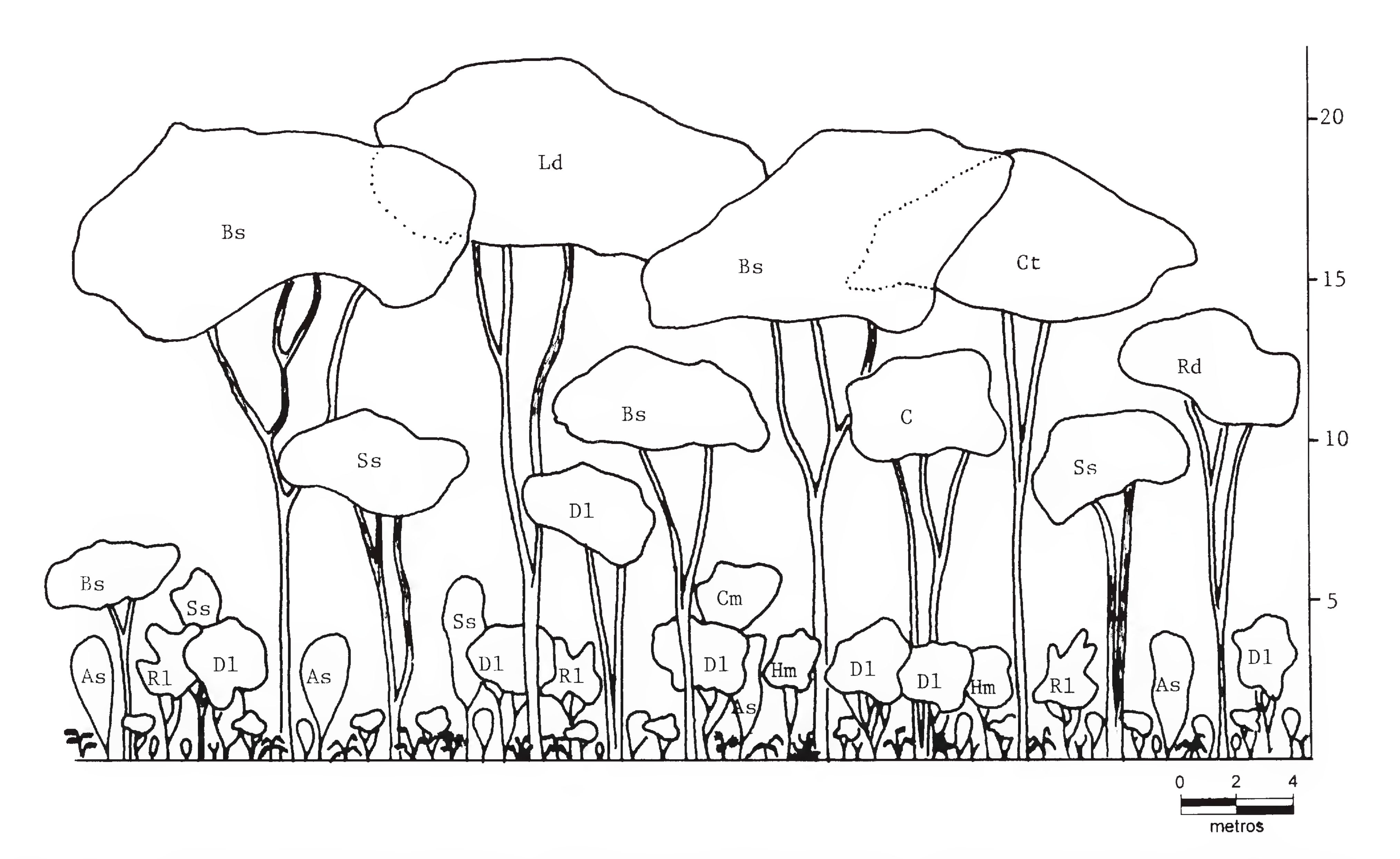


Fig. 4. Perfil diagramático de la vegetación (Cuadro 1). Arboles: Bs = *Bursera simaruba*, Ld = *Lysiloma divaricata*, Ct = *Clorophora tinctoria*, Ss = *Savia sessiliflora*, Dl = *Drypetes lateriflora*, Rd = *Robinsonella discolor*, C = *Coccoloba* sp., Cm = *Cnidoscolus multilobus*, As = *Acalypha schiedeana*, Rl = *Randia laetevirens*, Hm = *Hybanthus mexicanus*. Arbustos: *Drypetes lateriflora*, *Acalypha schiedeana*, *Chamaedorea* aff. *radicalis*, *Hippocratea acapulcensis*, *Annonna globiflora*, *Croton niveus*, *Psychotria erythrocarpa*, *Petrea volubilis*.

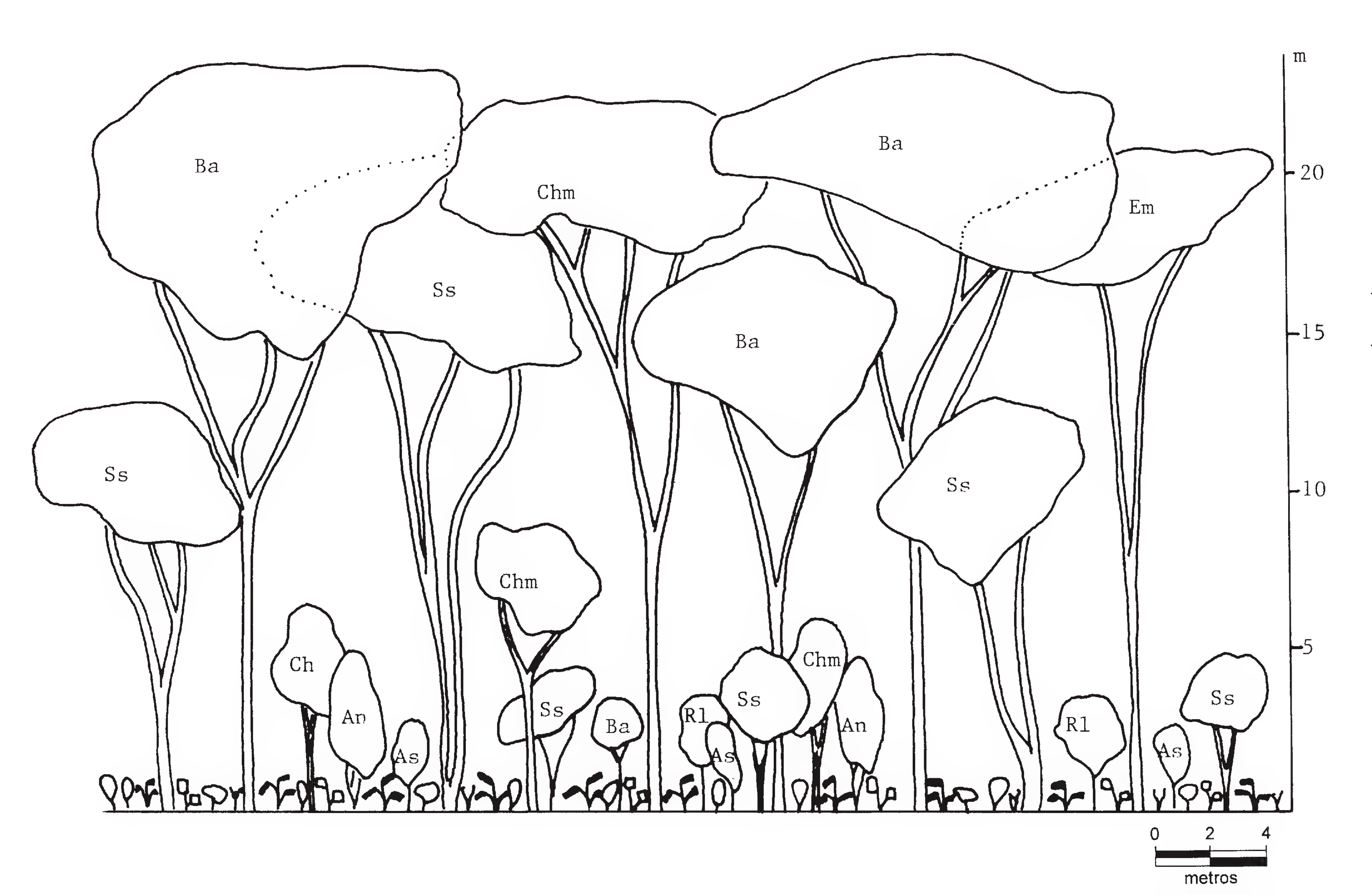


Fig. 5. Perfil diagramático de la vegetación (Cuadro 2). Arboles: Ba = *Brosimum alicastrum*, Ss = *Savia sessiliflora*, Chm = *Chione mexicana*, An = *Achatocarpus nigricans*, As = *Acalypha schiedeana*, Rl = *Randia laetevirens*. Arbustos: *Hyppocratea acapulcensis*, *Randia laetevirens*, *Petrea volubilis*, *Eugenia* sp., *Psychotria erythrocarpa*, *Acalypha schiedeana*.

arbóreo se encuentra constituido principalmente por *Brosimum alicastrum*, *Savia sessiliflora* y *Achatocarpus nigricans*; y el sotobosque por *Hippocratea acapulcensis*, *Randia laetevirens*, *Syngonium podophyllum* y *Pseuderanthemum alatum*.

5.- Como vegetación riparia encontramos los llamados Bosques de Galería, cuyos elementos arbóreos característicos son *Taxodium mucronatum* con alturas máximas de 20 metros, así como *Ficus segoviae* e *Inga vera* var. *spuria*.

6.- La vegetación acuática se encuentra principalmente en los recodos y nacimientos de los ríos Frío y Sabinas. Tal como lo muestra la figura 6, las plantas acuáticas no se encuentran más allá de los dos metros de profundidad, siendo la especie más abundante *Nuphar luteum* subsp. *macrophyllum* y las asociadas a cuerpos de agua *Cyperus* aff. *giganteus* y *Xanthosoma robustum*.

A manera de síntesis, la figura 7 presenta el perfil general de la vegetación en la zona de estudio.

La estructura vertical de las selvas

La figura 8 muestra los histogramas de frecuencia de alturas para los cinco muestreos realizados. Con base en ellos, es evidente que en los sitios I, IV y V las categorías modales de mayor tamaño se encuentran entre 4 y 8 metros, con pocos individuos mayores de 20 metros y con un marcado desarrollo del sotobosque. En cambio, los muestreos III y II, presentan una mayor frecuencia de elementos arbóreos altos, más parecidos a los de una selva alta perennifolia.

Indices de diversidad

En todos los muestreos los estratos arbustivo y arbóreos medio y bajo señalan los valores de diversidad más altos (Cuadro 4). Para el estrato arbustivo, el máximo valor encontrado es el registrado en la parcela I.

Cuadro 4. Valores de los índices de diversidad (H), diversidad máxima (H max) y equitabilidad (E) para los estratos arbustivo y arbóreos bajo, medio y alto, registrados para los 5 sitios de muestreo.

	SITIOS DE MUESTREO				
ESTRATO	I	II	III	IV	V
			H		
Arbustivo	3.06	2.88	2.55	1.99	2.58
Arbóreo Bajo	2.16	1.76	2.40	1.74	1.98
Arbóreo Medio	2.20	1.19	2.32	2.32	——
Arbóreo Alto	1.29	1.64	1.13	1.33	——

Cuadro 4. Continuación.

ESTRATO	I	II	III	IV	V
			H máxima		
Arbustivo	3.55	3.61	3.22	3.33	3.09
Arbóreo Bajo	2.99	2.40	2.99	3.26	2.71
Arbóreo Medio	3.18	1.95	2.56	2.83	——
Arbóreo Alto	1.61	2.30	1.61	1.39	——
			Equitabilidad (E)		
Arbustivo	0.84	0.80	0.80	1.85	0.83
Arbóreo Bajo	0.72	0.73	0.79	0.53	0.73
Arbóreo Medio	0.69	0.61	0.90	0.82	——
Arbóreo Alto	0.80	0.80	0.79	0.60	——

Patrones de distribución de las especies

Todas las especies arbóreas analizadas en los diferentes muestreos presentan una distribución aleatoria (Cuadro 5). En el caso de los arbustos, en la parcela I, *Acanthocereus pentagonus*, *Hippocratea acapulcensis*, *Drypetes lateriflora*, *Savia sessiliflora* y *Croton niveus* tienen un patrón agregado, mientras que otras plantas como *Chamaedorea radicalis*, *Petrea volubilis*, *Psychotria erythrocarpa* y *Acalypha schiedeana* están repartidas aleatoriamente. En la parcela II, *Hippocratea acapulcensis*, *Randia laetevirens*, *Pisonia aculeata*, *Eugenia fragrans*, *Petrea volubilis*, *Psychotria erythrocarpa* y *Acalypha schiedeana* exhiben una distribución aleatoria, pero en la parcela III, *Acalypha schiedeana*, *Urera caracassana*, *Petrea volubilis* y *Brosimum alicastrum* la tienen agregada.

Listado florístico

La identificación del material colectado permitió registrar un total de 286 especies de fanerógamas agrupadas en 83 familias (Apéndice 2).

DISCUSION

La heterogeneidad ambiental presente en la región, producida en gran parte por la fisiografía y el clima, es quizás el factor que explicaría la existencia de diferentes comunidades vegetales en una área relativamente pequeña. Este aspecto ya había sido observado anteriormente por Martin (1958).

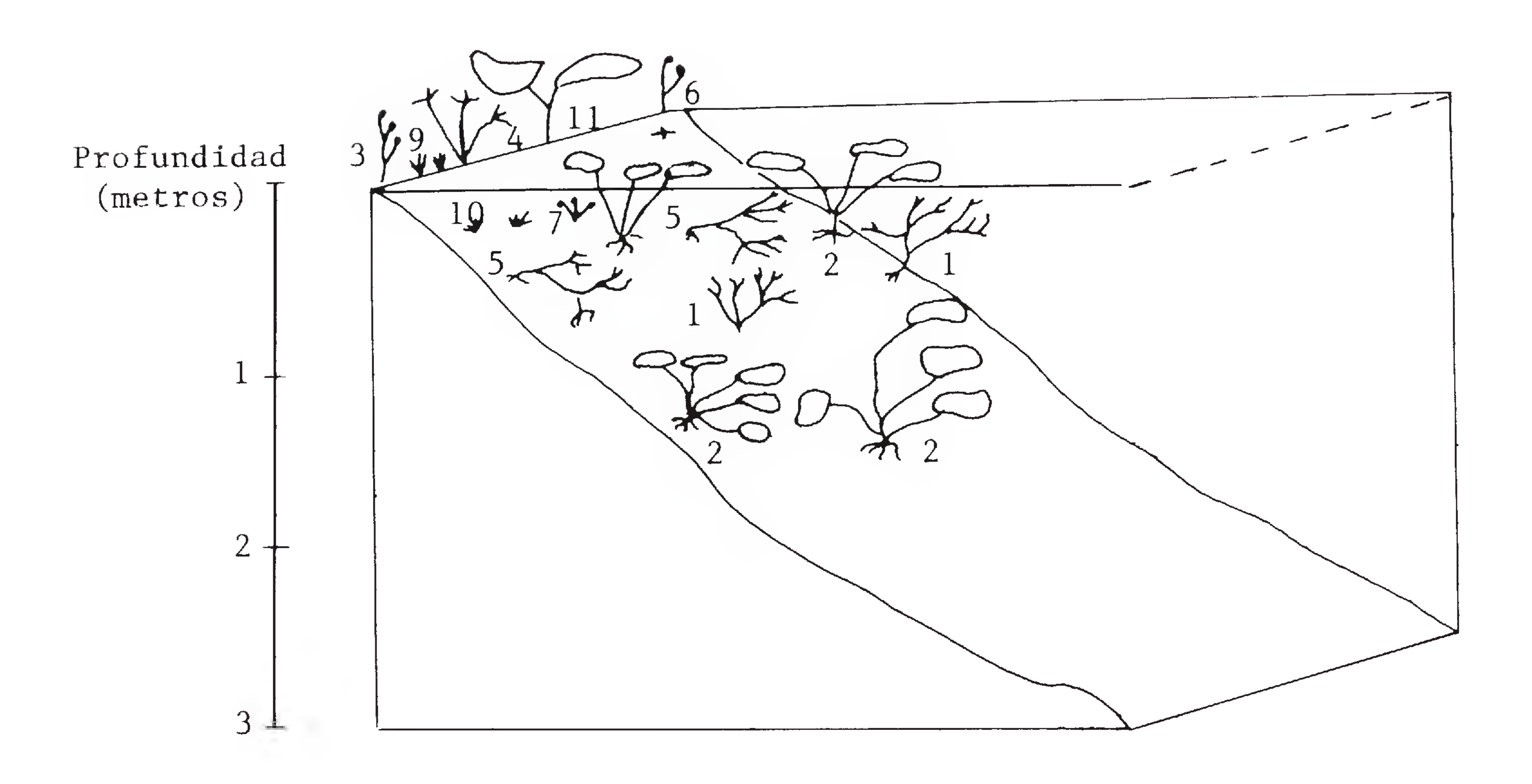


Fig. 6. Representación de la distribución de las plantas acuáticas y de las asociadas a cuerpos de agua, en la región de Gómez Farías, Tamaulipas.

1.	*Ludwigia palustris* (L.) Ell.	H.S.
2.	*Nuphar luteum* subsp. *macrophyllum* (Small) E. O. Beral	H.H.F., H.S.
3.	*Polygonum lapathifolium* L.	A
4.	*Cyperus* aff. *giganteus* Vahl	H.E.
5.	*Potamogeton* sp.	H.S.
6.	*Lobelia cardinalis* L.	A
7.	*Hydrocotyle verticillata* Thunberg	H.S.
8.	*Stellaria cuspidata* Willd.	A
9.	*Dichromena colorata* (L.) Hitchc.	A
10.	*Eleocharis caribaea* (Rottb.) Blake	A
11.	*Xanthosoma robustum* Schott	A

Abreviaturas:

H.S. = Hidrófita sumergida
H.H.F. = Hidrófita hojas flotantes
A = Asociada
H.E. = Hidrófita emergente

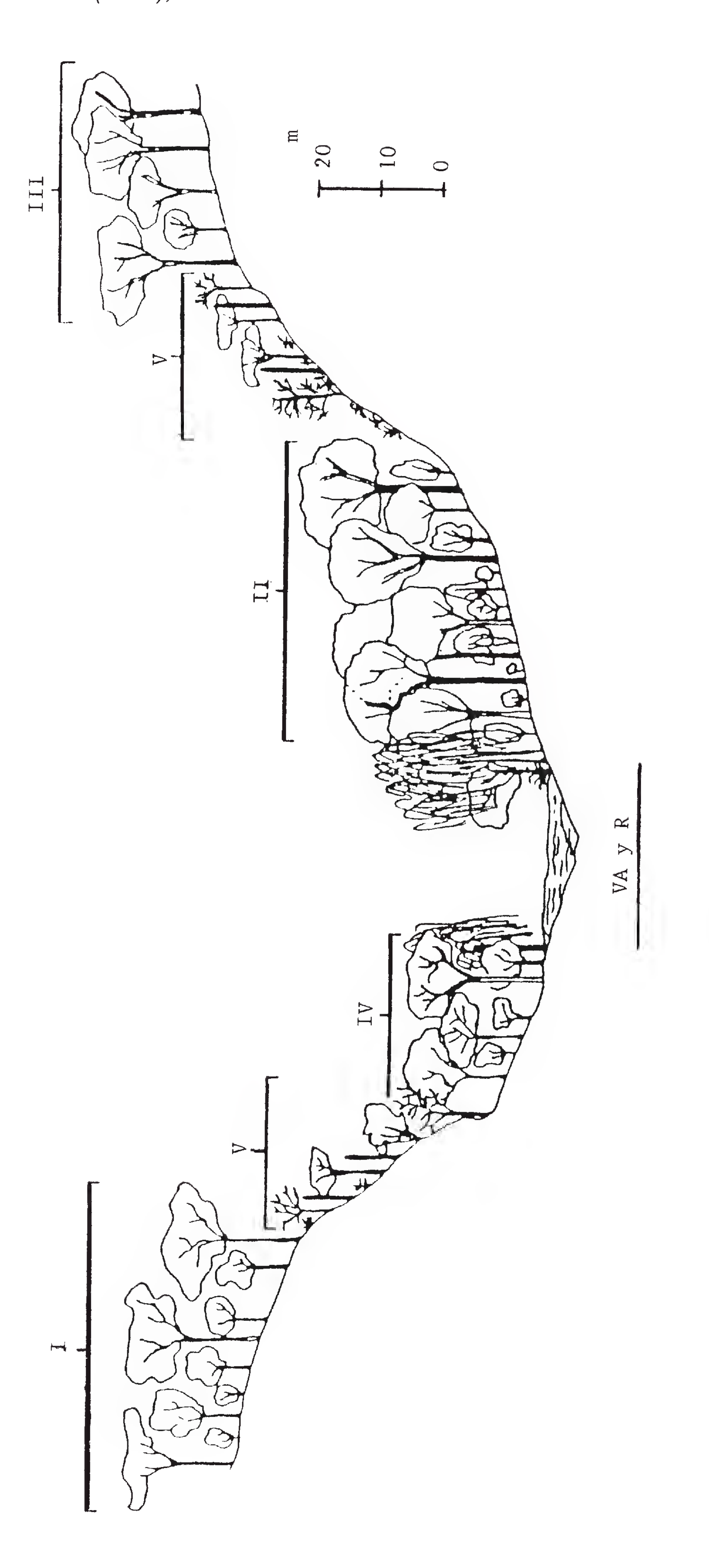


Fig. 7. Perfil sintético de la vegetación en Gómez Farías, Tamaulipas (Muestreos I, II, III, IV y V; VA = Vegetación acuática y riparia).

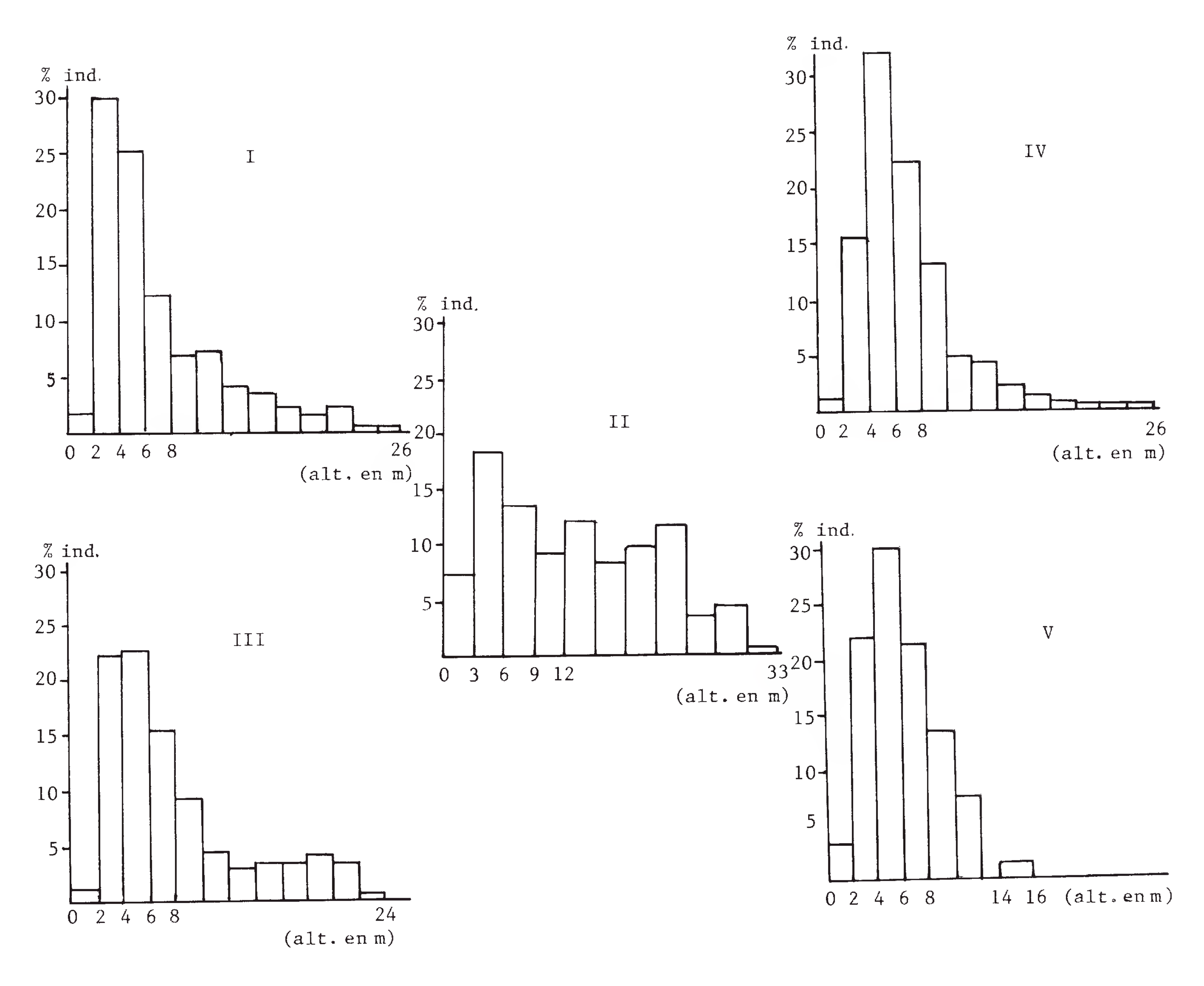


Fig. 8. Distribución de las frecuencias de altura de los árboles en los muestreos realizados.

Cuadro 5. Resultados del análisis de distribución de los árboles y arbustos en los diferentes muestreos. N = número de individuos de la especie, R = valor de la desviación de la aleatoriedad, C = valor del desvío estandar de la curva normal.

ESPECIE	N	R	C	DISTRIBUCION
		ARBOLES		
		MUESTREO I		
Acalypha schiedeana	35	1.02	0.27	Aleatoria
Hybanthus mexicanus	26	0.96	-0.34	Aleatoria
Randia laetevirens	38	0.88	-1.35	Aleatoria
Bursera simaruba	18	1.21	1.68	Aleatoria
Savia sessiliflora	28	0.82	-1.80	Aleatoria
		MUESTREO II		
Savia sessiliflora	51	0.96	-0.54	Aleatoria
Brosimum alicastrum	23	1.00	-0.03	Aleatoria
		MUESTREO III		
Brosimum alicastrum	36	1.02	0.21	Aleatoria
		MUESTREO IV		
Acalypha schiedeana	22	0.95	-0.42	Aleatoria
Savia sessiliflora	122	1.09	1.82	Aleatoria
		ARBUSTOS		
		MUESTREO I		
Drypetes lateriflora	133	0.61	-8.52	Agregada
Acalypha schiedeana	116	1.09	1.94	Aleatoria
Croton niveus	70	0.78	-3.43	Agregada
Chamaedorea radicalis	61	0.96	-0.54	Aleatoria
Hippocratea acapulcensis	50	0.83	-2.32	Agregada
Psychotria erythrocarpa	49	0.97	-0.40	Aleatoria
Savia sessiliflora	45	0.67	-4.26	Agregada
Petrea volubilis	41	0.89	-1.31	Aleatoria
Acanthocereus pentagonus	32	0.40	-6.43	Agregada
		MUESTREO II		
Hippocratea acapulcensis	125	1.08	1.80	Aleatoria
Randia laetevirens	86	0.91	-1.51	Aleatoria

Cuadro 5. Continuación.

ESPECIE	N	R	C	DISTRIBUCION
		ARBUSTOS		
		MUESTREO II		
Pisonia aculeata	51	0.82	-2.41	Agregada
Eugenia sp.	49	0.85	-1.97	Aleatoria
Petrea volubilis	45	0.99	-0.09	Aleatoria
Psychotria erythrocarpa	42	1.15	1.88	Aleatoria
Acalypha schiedeana	40	0.94	-0.67	Aleatoria
		MUESTREO III		
Brosimum alicastrum	89	0.98	-0.26	Aleatoria
Acalypha schiedeana	114	0.88	-2.30	Agregada
Urera caracasana	42	0.80	-2.38	Agregada
Petrea volubilis	46	0.58	-5.46	Agregada

La Selva Mediana Subperennifolia es el tipo de vegetación predominante en la región, misma que dependiendo del grado de protección fisiográfica, puede llegar a parecerse fisonómica y estructuralmente a una Selva Alta Perennifolia. Esta variante encontrada en las parcelas II y III, muy probablemente corresponde a lo que Martin (1958) denominó "Tropical Evergreen Forest", con árboles de más de 25 metros de alto que se ramifican por encima del segundo tercio de su talla y con un alto porcentaje de especies perennifolias. Efectivamente, tal y como ha sido señalado por Rzedowski (1963), esta variante de la vegetación se encuentra restringida a cañadas y sitios protegidos y presenta una composición florística mucho más pobre al comparársele con la riqueza específica del "Tropical Rain Forest" de Richards (1952) o "Bosque Tropical Lluvioso" de Rzedowski (1978). De hecho, los valores de diversidad calculados a partir de los muestreos indican que las selvas estudiadas, aparte de tener un número menor de especies por unidad de área, también presentan valores de diversidad inferiores a los registrados para selvas altas (Meave, 1983, 1990). Una tendencia similar es evidente al observar los valores de 100 m^2 o más del área basal arbórea para selvas altas (Meave, 1983), en tanto que en las comunidades estudiadas en este trabajo no son mayores de 50 m^2 por hectárea.

Cabe señalar sin embargo, que la Selva Mediana Perennifolia en la zona estudiada es muy similar en composición y fisonomía a la localizada en el estado de San Luis Potosí, señalada por Rzedowski (1963) como la que representa el extremo boreal del Bosque Tropical Siempre Verde en América continental. Este autor menciona como especies dominantes en el estrato superior a *Brosimum alicastrum* y en algunos casos como codominante a *Mirandaceltis monoica*, con coberturas mayores de 75% para el estrato arbóreo más alto, lo cual concuerda con lo encontrado en este trabajo, pero con la diferencia estructural de que en Tamaulipas no se alcanzan alturas superiores a los 30 m.

Un tipo de vegetación de tendencia más xerófila que los anteriores, es el encontrado en el sur de la zona de estudio, la Selva Baja-Mediana Subcaducifolia. Su presencia puede estar relacionada con el clima, ya que según los datos meteorológicos presentados en este trabajo, hacia el sur a partir del poblado de Gómez Farías hay un gradiente decreciente de humedad y creciente de temperatura. Fisonómica, florística y estructuralmente, esta variante de la vegetación es más parecida a las selvas bajas de los alrededores de Ciudad Mante mencionadas por González (1972) y Puig (1976).

Según los datos de la estación climática Gómez Farías, la Selva Baja Caducifolia de la zona de estudio comparte el régimen climático de la Selva Mediana Subperennifolia. Su presencia al parecer está asociada al tipo de sustrato en que se desarrolla, ya que ocupa unidades topográficas conocidas localmente como riscales, en los que existe una gran cantidad de roca aflorante, poco suelo y fuertes pendientes, y es en donde se encuentran especies xerófilas como *Hechtia* sp., *Neobuxbaumia euphorbioides* y *Pseudobombax ellipticum*, entre otras.

Las comunidades acuáticas se establecen únicamente en los recodos o en las cabeceras de los ríos Frío y Sabinas, en donde el agua se encuentra en relativa calma, en tanto que la vegetación riparia se localiza a lo largo de sus cauces.

Los altos valores de diversidad encontrados en este trabajo, así como los patrones de distribución agregada de algunas especies en los estratos arbustivos y arbóreo, son características de la vegetación que han sido asociadas a la dinámica de renovación natural de las selvas. Este proceso ocurre cuando claros en el dosel del bosque, creados por la caída de ramas y/o árboles completos, son colonizados por plantas formando agregaciones de individuos e incrementando la entrada de otras especies (Martínez, 1980; Hartshorn, 1980; Whitmore, 1982; y Brokaw, 1982 entre otros). Cabe señalar que la caída de un árbol o partes de él, están asociados a la presencia de vientos fuertes los cuales son comunes en Tamaulipas debido a la alta incidencia de ciclones y tormentas tropicales en el nordeste de México (Jáuregui, 1967). De particular importancia, según los pobladores de Gómez Farías, fue el ciclón Inés, registrado en octubre de 1966, el que provocó fuertes cambios en la vegetación en zonas expuestas. De esta manera, la cubierta vegetal de la región de Gómez Farías se ve afectada comunmente por alteraciones de índole meteorológica que pueden ser la clave para entender su estado actual así como su dinámica. Futuros trabajos ecológicos en esta región podrían poner a prueba estas hipótesis.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor desea agradecer a Rosalinda Medina su apoyo en la identificación de material botánico así como en la elaboración de las figuras de este trabajo. A la Dra. María del Coro Arizmendi y al M. en C. Alejandro Casas Fernández se deben las gracias por su ayuda en la revisión del texto. La escritura de este artículo se hizo con apoyo económico de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM a través del proyecto IN-207993.

LITERATURA CITADA

Brokaw, N. V. L. 1982. Treefalls: frequency, timing and consecuences. In: Leigh, G. E., A. Rand y D. M. Windsor (eds.). The ecology of a tropical forest. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. pp. 101-108.

Clark, P. y F. C. Evans. 1954. Distance of nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. Ecology 35: 445-453.

Cottam, G. y T. J. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology 37: 451-460.

Curtis, J. T. y R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.

González M., F. 1972. Excursión al centro y noreste. In: Guías botánicas de excursiones en México. Sociedad Botánica de México. México, D.F. pp. 225-228.

Hartshorn, S. G. 1980. Neotropical forest dynamics. Biotropica 12: 23-30.

Jáuregui O., E. 1967. Las ondas del este y los ciclones tropicales en México. Revista de Ingeniería Hidráulica 21: 1-70.

Krebs, J. C. 1972. Ecology. The experimental analysis of distribution and abundance. Harper & Row Publishers. Nueva York. 678 pp.

López R., E. 1972. Carta geológica del estado de Tamaulipas. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Martin, P. S. 1958. Biogeography of reptiles and amphibians in the Gomez Farias region, Tamaulipas, Mexico. Museum of Zoology. University of Michigan. Misc. Publ. 101: 1-102.

Martínez R., M. 1980. Aspectos sinecológicos del proceso de renovación natural de una selva alta perennifolia. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 181 pp.

Meave del C., J. 1983. Estructura y composición de una selva alta perennifolia en los alrededores de Bonampak, Chiapas. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 140 pp.

Meave del C., J. 1990. Estructura y composición de la selva alta perennifolia de los alrededores de Bonampak. Instituto Nacional de Antropología. Colección Científica, Serie Arqueología. México, D.F. 147 pp.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28: 29-178.

Puig, H. 1976. Végétation de la Huasteca, Mexique. Mission Archoelogique et Ethnologique Française au Mexique. Collection Etudes Mesoamericaines. Vol. 5. México, D.F. 527 pp.

Puig, H. 1989. Análisis fitogeográfico del bosque mesófilo de Gómez Farías. Biotam 1: 34-53.

Puig, H. y R. Bracho. 1987. El bosque mesófilo de montaña de Tamaulipas. Instituto de Ecología, A.C. México, D.F. 186 pp.

Richards, P. W. 1952. The tropical rain forest. An ecological study. Cambridge University Press. Cambridge. 450 pp.

Rzedowski, J. 1963. El extremo boreal del bosque tropical siempre verde en Norteamérica continental. Vegetatio 11: 173-198.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F. 432 pp.

Sarukhán K., J. 1968. Análisis sinecológico de las selvas de *Terminalia amazonia* en la planicie costera del Golfo de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 300 pp.

Valiente B., A. 1984. Análisis de la vegetación de la región de Gómez Farías, Tamaulipas. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 110 pp.

Whitmore, T. C. 1982. On pattern and process in forests. In: Newman, E. J. (ed.). Special publication. Series of the British Ecological Society, No. 1. Blackwell Scientific Publications. Oxford. pp. 45-59.

APENDICE 1

Resumen de las características estructurales de la vegetación en los muestreos realizados. Se anotan únicamente las 10 especies arbóreas, arbustivas y herbáceas más importantes.

Muestreo I: 1200 m²

Especie	Número individuos	Cobertura total (m²)	Area basal (m²)	Indice de dominancia (I.D.)
ARBOLES				
Estrato bajo				
Drypetes lateriflora	45	220.2	0.312	0.877
Acalypha schiedeana	37	225.8	0.226	0.696
Randia laetevirens	37	260.8	0.177	0.499
Hybanthus mexicanus	26	163.5	0.162	0.292
Savia sessiliflora	11	76.5	0.020	0.008
Acalypha schlechtendaliana	6	41.0	0.032	0.004
Bursera simaruba	4	16.60	0.018	0.002
Croton niveus	4	27.4	0.014	0.001
Annona globiflora	4	22.5	0.006	0.007
Mirandaceltis monoica	1	12.4	0.003	0.0002
Estrato medio				
Savia sessiliflora	16	547.5	0.55	0.363
Robinsonella discolor	8	370.5	0.37	0.101
Bursera simaruba	8	388.7	0.40	0.087
Drypetes lateriflora	7	175.8	0.25	0.072
Coccoloba sp.	4	163.6	0.65	0.072
Mirandaceltis monoica	2	118.8	0.24	0.006
Guazuma ulmifolia	2	53.4	0.10	0.002
Exostema mexicanum	2	53.5	0.05	0.001
Lysiloma divaricata	2	99.9	0.08	0.001
Ficus cotinifolia	1	20.6	0.01	0.0006
Estrato alto				
Bursera simaruba	6	507.8	0.78	0.130
Lysiloma divaricata	2	205.6	0.15	0.002
Savia sessiliflora	1	86.6	0.07	0.0005
Chlorophora tinctoria	1	76.2	0.06	0.0004
Sapindus saponaria	1	56.8	0.05	0.0004

Muestreo I. Continuación.

Especie	Número de individuos	Cobertura (%)	Indice valor de importancia (I.V.I.)
	ARBUSTOS (300 m^2)		
Drypetes lateriflora	42	15.30	41.60
Acalypha schiedeana	26	15.70	28.14
Chamaedorea radicalis	21	4.10	22.65
Hippocratea acapulcensis	16	12.21	22.40
Croton niveus	15	7.66	19.45
Randia laetevirens	8	5.30	17.10
Psychotria erythrocarpa	14	1.62	16.10
Annona globiflora	8	7.40	16.00
Hybanthus mexicanus	5	9.20	15.43
Acanthocereus pentagonus	16	4.23	15.43
	HERBACEAS (12 m^2)		
Syngonium podophyllum	60	83.43	192.81
Pseuderanthemum alatum	8	6.34	26.21
Brosimum alicastrum	2	0.75	10.00
Zebrina pendula	2	2.94	8.77
Peperomia granulosa	1	1.19	5.40
Savia sessiliflora	1	0.72	5.40
Chamaedorea radicalis	1	0.68	5.32
Petrea volubilis	1	0.64	5.28
Acalypha schiedeana	1	0.64	5.28
Melloa quadrivalvis	1	0.58	5.22

Muestreo II: 1200 m²

Especie	Número individuos	Cobertura total (m²)	Area basal (m²)	Indice de dominancia (I.D.)
		ARBOLES		
		Estrato bajo		
Savia sessiliflora	17	130.7	0.05	0.0031
Achatocarpus nigricans	6	59.4	0.02	0.0030
Chione mexicana	5	64.1	0.02	0.0003
Acalypha schiedeana	3	12.9	0.01	0.0003
Wimmeria concolor	2	9.2	0.004	0.0001
Randia laetevirens	3	17.0	0.004	0.0001
Brosimum alicastrum	2	3.3	0.005	0.00007
Citrus sp.	1	4.1	0.005	0.00003
Trophis racemosa	1	4.8	0.004	0.00003
Morisonia americana	1	5.4	0.004	0.00003
		Estrato medio		
Savia sessiliflora	25	446.5	0.312	0.4867
Brosimum alicastrum	5	233.5	0.70	0.0954
Chione mexicana	3	58.5	0.04	0.0025
Citrus sp.	2	53.5	0.024	0.0003
Achatocarpus nigricans	1	28.3	0.012	0.00008
No identificada 1	1	15.6	0.007	0.00005
No identificada 2	1	6.9	0.002	0.00001
		Estrato alto		
Brosimum alicastrum	16	1276.8	2.704	2.6364
Savia sessiliflora	9	266.0	0.243	0.0610
Chione mexicana	2	146.4	0.140	0.0040
Exostema mexicanum	2	118.0	0.105	0.0030
Guazuma ulmifolia	1	56.7	0.109	0.0008
Mirandaceltis monoica	1	49.3	0.064	0.0004
Lysiloma divaricata	1	82.5	0.063	0.0004
Cupania dentata	1	33.7	0.040	0.0003
Bursera simaruba	1	23.8	0.032	0.0002

Muestreo II. Continuación.

Especie	Número de individuos	Cobertura (%)	Indice valor de importancia (I.V.I.)
	ARBUSTOS (300 m^2)		
Hippocratea acapulcensis	34	48.10	84.70
Randia laetevirens	20	9.44	32.35
Petrea volubilis	10	1.40	19.52
Acalypha schiedeana	6	6.26	15.50
Eugenia fragrans	9	2.03	13.40
Psychotria erythrocarpa	8	1.20	13.00
Casearia sp.	3	7.32	12.00
Pisonia aculeata	5	4.34	11.60
Piper amalago	4	3.12	9.60
Eugenia capuli	4	0.76	7.23
	HERBACEAS (12 m^2)		
Syngonium podophyllum	26	29.32	107.04
Pseuderanthemum alatum	13	14.66	41.00
Petrea volubilis	10	11.27	32.63
Hippocratea acapulcensis	5	5.63	19.62
Brosimum alicastrum	6	6.77	17.61
Petiveria alliacea	6	6.77	11.44
Psychotria erythrocarpa	5	5.63	10.92
Celtis iguanaea	2	2.25	10.77
Rourea glabra	3	3.38	8.42
Trophis racemosa	1	1.12	3.85

Muestreo III: 1200 m²

Especie	Número individuos	Cobertura total (m²)	Area basal (m²)	Indice de dominancia (I.D.)
		ARBOLES		
		Estrato bajo		
Acalypha schiedeana	35	270.80	0.133	0.3564
Urera caracasana	16	97.34	0.273	0.2420
Savia sessiliflora	11	65.00	0.140	0.0635
Brosimum alicastrum	16	131.70	0.035	0.0300
Annona globiflora	9	70.15	0.025	0.0094
Piper amalago	4	50.51	0.070	0.0075
Euphorbia plicata	2	100.30	0.004	0.0060
Drypetes lateriflora	5	40.10	0.040	0.0052
Croton niveus	2	62.52	0.032	0.0010
Morisonia americana	1	11.94	0.064	0.0004
		Estrato medio		
Brosimum alicastrum	11	276.16	0.272	0.1250
Mirandaceltis monoica	5	494.60	0.500	0.0517
Bursera simaruba	4	153.53	0.500	0.0400
Savia sessiliflora	7	180.00	0.120	0.0340
Drypetes lateriflora	4	119.00	0.360	0.3000
Coccoloba sp.	4	139.70	0.243	0.0202
Urera caracasana	2	45.80	0.121	0.0033
Esenbeckia berlandieri	3	58.40	0.047	0.0030
Dendropanax arboreus	2	68.81	0.193	0.0030
Eugenia fragrans	1	43.60	0.170	0.0012
		Estrato alto		
Brosimum alicastrum	10	515.26	0.700	0.2342
Mirandaceltis monoica	3	320.50	0.612	0.0400
Bursera simaruba	1	63.30	0.100	0.0006
Lysiloma divaricata	1	80.12	0.080	0.0005
Ficus padifolia	1	19.63	0.020	0.0001

Muestreo III. Continuación.

Especie	Número de individuos	Cobertura (%)	Indice valor de importancia (I.V.I.)
	ARBUSTOS (300 m²)		
Acalypha schiedeana	31	44.20	76.70
Brosimum alicastrum	27	17.80	43.80
Petrea volubilis	27	4.55	29.16
Hippocratea acapulcensis	9	3.80	17.45
Urera caracasana	14	3.30	17.22
Randia laetevirens	10	2.40	16.64
Annona globiflora	3	7.72	13.65
Savia sessiliflora	4	5.60	12.10
Mirandaceltis monoica	7	3.41	11.80
Bursera simaruba	4	1.42	9.32
	HERBACEAS (12 m²)		
Peperomia granulosa	27	26.10	71.28
Syngonium podophyllum	23	23.90	69.63
Commelinaceae 1	23	27.62	68.80
Pseuderanthemum alatum	8	8.82	25.91
Brosimum alicastrum	5	2.05	13.88
Mirandaceltis monoica	3	3.42	10.95
Petrea volubilis	3	1.24	8.77
Malaxis sp.	2	0.64	7.17
Cissus sicyoides	1	3.54	6.81
Acalypha schiedeana	2	1.28	5.54

Muestreo IV: 1600 m²

Especie	Número individuos	Cobertura total (m²)	Area basal (m²)	Indice de dominancia (I.D.)
		ARBOLES		
		Estrato bajo		
Savia sessiliflora	105	1726.60	1.960	12.850
Acalypha schiedeana	22	197.10	0.070	0.0530
Exostema caribaeum	8	95.60	0.060	0.0080
Bursera simaruba	4	42.10	0.104	0.0060
Jatropha curcas	8	36.20	0.025	0.0031
Phyllostyllon brasiliense	4	62.20	0.040	0.0012
Colubrina elliptica	3	28.62	0.012	0.0004
Schoepfia schreberi	1	15.73	0.051	0.0020
Nopalea dejecta	2	2.73	0.012	0.0002
Acanthocereus pentagonus	3	13.86	0.013	0.0002
		Estrato medio		
Savia sessiliflora	20	541.80	0.726	0.7000
Acacia coulteri	8	736.10	0.620	0.1160
Bursera simaruba	10	191.71	0.300	0.0800
Colubrina elliptica	7	178.33	0.200	0.0200
Pisonia aculeata	3	179.27	0.313	0.0073
Phyllostyllon brasiliense	2	70.55	0.155	0.0024
Coccoloba sp.	2	83.90	0.115	0.0017
Piscidia piscipula	2	89.90	0.106	0.0016
Robinsonella discolor	1	35.50	0.145	0.0006
Ficus cotinifolia	1	78.50	0.107	0.0004

Especie	Número de individuos	Cobertura (%)	Indice valor de importancia (I.V.I.)
		ARBUSTOS (300m²)	
Bromelia pinguin	115	63.43	127.03
Acalypha schiedeana	44	12.61	46.25
Savia sessiliflora	13	7.31	23.67
Petrea volubilis	7	3.40	13.21
Iresine cassiniaeformis	6	1.85	8.50

Muestreo IV. Continuación.

Especie	Número de individuos	Cobertura (%)	Indice valor de importancia (I.V.I.)
Cnidoscolus multilobus	3	1.70	7.10
Chamaedorea radicalis	5	0.64	6.85
Morisonia americana	4	0.90	6.70
Erythrina herbacea	4	0.60	6.40
Phyllostyllon brasiliense	4	0.50	5.00
	HERBACEAS (12 m²)		
Bromelia pinguin	4	72.88	132.77
Commelina sp1.	4	9.15	41.44
Eugenia fragrans	3	0.42	27.15
Selenicereus spinulosus	2	6.16	27.02
Litachne pauciflora	1	3.62	18.60
Croton cortesianus	1	0.17	15.15
Iresine cassiniaeformis	1	0.29	15.26

Muestreo V

Especie	Número individuos	Cobertura total (m^2)	Area basal (m^2)	Indice de dominancia (I.D.)
		ARBOLES		
		Estrato bajo		
Pseudobombax ellipticum	21	119.10	7.720	1329.700
Bursera simaruba	25	163.13	1.021	273.900
Neobuxbaumia euphorbioides	13	0.23	0.230	18.700
Ficus cotinifolia	3	45.14	0.232	1.320
Bauhinia sp.	3	9.04	0.024	0.140
Acalypha schiedeana	3	9.53	0.021	0.120
Randia armata	1	5.72	0.112	0.070
Eugenia fragrans	2	5.10	0.027	0.068
Colubrina elliptica	3	12.30	0.010	0.060
Thevetia peruviana	1	9.35	0.062	0.040

Especie	Número de individuos	Cobertura (%)	Indice valor de importancia (I.V.I.)
		ARBUSTOS	
Agave lophantha	17	12.04	48.70
Hechtia sp.	15	15.17	48.45
Cnidoscolus multilobus	7	11.83	28.27
Louteridium tamaulipense	7	7.25	25.61
Bonplandia geminiflora	6	4.09	17.35
Ficus cotinifolia	1	12.20	15.36
Erythrina herbacea	3	5.56	15.07
Acalypha schlechtendaliana	1	0.74	12.91
Calliandra capillata	3	2.15	11.66
Nopalea dejecta	4	0.74	11.15
		HERBACEAS	
Syngonium podophyllum	13	25.75	55.72
Pilea serpyllifolia	13	26.93	54.94
Chamaedorea radicalis	7	17.62	36.17
Peperomia granulosa	9	11.38	34.39
Commelinaceae 1	12	3.16	29.92

Muestreo V. Continuación.

Especie	Número de individuos	Cobertura (%)	Indice valor de importancia (I.V.I.)
Commelinaceae 2	5	1.55	13.70
Euphorbia plicata	3	2.52	12.17
Selenicereus spinulosus	3	1.65	11.30
Peperomia glabella	2	3.48	9.90
Lasiacis sp.	3	0.68	6.39

APENDICE 2

LISTADO FLORISTICO

Las especies marcadas con asterisco son cultivadas localmente.

ACANTHACEAE
Aphelandra deppeana Schlecht. & Cham.
Beloperone guttata Brandeg.
Jacobinia sp.
Louteridium tamaulipense A. Richardson
Pseuderanthemum alatum (Nees) Radlk.
Siphonoglosa sp.

ACHATOCARPACEAE
Achatocarpus nigricans Triana

AMARANTHACEAE
Gomphrena sp.
Iresine cassiniaeformis Schauer
Iresine aff. *interrupta* Benth.
Iresine palmeri Standley
Iresine tomentella Standley

AMARYLLIDACEAE
Agave lophantha Schiede
Manfreda sp.

ANACARDIACEAE
Comocladia engleriana Loesener
Mangifera indica L.
Spondias mombin L.
Toxicodendron radicans (L.) Kuntze

ANNONACEAE
Annona globiflora Schlecht.

APOCYNACEAE
Plumeria acutifolia Poir.
Tabernaemontana chrysocarpa Blake
Thevetia peruviana (Pers.) Schum.

ARACEAE
Syngonium podophyllum Schott
Syngonium sp.
Xanthosoma robustum Schott

ARALIACEAE
Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.

ASCLEPIADACEAE
Asclepias curassavica L.
Marsdenia coulteri Hemsl.

BASELLACEAE
Anredera scandens Moq.

BEGONIACEAE
Begonia heracleifolia Schlecht. & Cham.
Begonia sp. 1
Begonia sp. 2

BERBERIDACEAE
Berberis ehrenbergii Kuntze

BIGNONIACEAE
Arrabidaea pubescens (L.) A. Gentry
Macfadyena unguis-cati (L.) A. Gentry
Melloa quadrivalvis (Jacq.) A. Gentry
Parmentiera aculeata (H.B.K.) Seemann
Pithecoctenium crucigerum (L.) A. Gentry
Xylophragma seemannianum (O. Ktze.) Sandw.

BOMBACACEAE
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.
Pseudobombax ellipticum (Kunth) Dugand

BORAGINACEAE
Cordia dentata Poir.

BROMELIACEAE
Bromelia pinguin L.
Catopsis nutans (Sw.) Griseb.
Hechtia sp.
Tillandsia fasciculata Hook.
Tillandsia ionantha Planch.
Tillandsia karwinskyana Schultes
Tillandsia polystachia (L.) L.
Tillandsia schiedeana Steud.
Tillandsia usneoides L.

BURSERACEAE
Bursera simaruba (L.) Sarg.

Apéndice 2. Continuación.

CACTACEAE
Acanthocereus pentagonus (L.) Britton & Rose
Cephalocereus palmeri Rose
Neobuxbaumia euphorbioides (Haworth) Buxbaum
Nopalea dejecta (Salm-Dyck) Salm-Dyck
**Opuntia ficus-indica* (L.) Miller
Opuntia lindheimeri Engelm. var. *aciculata* (Griff.) Bravo
Rhipsalis baccifera (J. Miller) W. T. Stearn
Selenicereus boeckmannii (Otto) Britton & Rose
Selenicereus kunthianus (Otto) Britton & Rose
Selenicereus spinulosus (DC.) Britton & Rose

CAMPANULACEAE
Lobelia cardinalis L.
Lobelia sp.

CANNACEAE
Canna edulis Ker-Gawler

CAPPARIDACEAE
Capparis flexuosa (L.) L.
Morisonia americana L.

CARICACEAE
**Carica papaya* L.

CARYOPHYLLACEAE
Stellaria cuspidata Willd.

CELASTRACEAE
Rhacoma scoparia (Hook. & Arn.) Standl.
Wimmeria concolor Schlecht. & Cham.

COMMELINACEAE
Aneilema geniculata (Jacq.) Woodson
Callisia fragrans (Lindl.) Woodson
Campelia zanonia (L.) H.B.K.
Commelina sp. 1
Commelinaceae 1
Commelinaceae 2
Phyodina cordifolia (Swartz) Rohw.
Tradescantia pallida (Rose) D. R. Hunt
Zebrina pendula Schnizl.

COMPOSITAE
Bidens squarrosa H.B.K.
Cirsium mexicanum DC.
Eupatorium pycnocephalum Less.
Parthenium hysterophorus L.
Sclerocarpus uniserialis (Hook.) Benth.
Senecio chenopodioides H.B.K.

CONNARACEAE
Rourea glabra H.B.K.

CONVOLVULACEAE
Ipomoea sp.

CRASSULACEAE
Echeveria sp.
Kalanchoë cf. *calycinum* Salisb.

CYCADACEAE
Ceratozamia kuesteriana Regel
Zamia fischeri Miq.

CYPERACEAE
Cyperus aff. *giganteus* Vahl
Cyperus hermaphroditus Standley
Dichromena colorata (L.) Hitchc.
Eleocharis caribaea (Rottb.) Blake

DIOSCOREACEAE
Dioscorea convolvulacea Schlecht. & Cham.

EUPHORBIACEAE
Acalypha schiedeana Schlecht.
Acalypha schlechtendaliana Muell. Arg.
Adelia barbinervis Schlecht. & Cham.
Bernardia interrupta (Schlecht.) Muell. Arg.
Cnidoscolus multilobus (Pax) I. M. Johnston
Croton ciliato-glandulosus Ort.
Croton cortesianus H.B.K.
Croton niveus Jacq.
Drypetes lateriflora (Sw.) Krug et Urb.
Euphorbia heterophylla L.
Euphorbia plicata S. Watson
Euphorbia sp.
Gymnanthes actinostemoides Muell. Arg.
Jatropha curcas L.
Phyllanthus grandifolius L.
Ricinus communis L.
Savia sessiliflora (Sw.) Willd.

Apéndice 2. Continuación.

FLACOURTIACEAE
Casearia sp.
Xylosma flexuosum (H.B.K.) Hemsl.
Zuelania guidonia (Swartz) Britton & Millsp.

GRAMINEAE
Bambusa aculeata (Rupr.) Hitchc.
Lasiacis ruscifolia (H.B.K.) Hitchc.
Lasiacis sp.
Litachne pauciflora (Sw.) Beauv.
Pennisetum setosum (Sw.) L. Rich.
Rhipidocladum bartletti (McClure) McClure
Rhynchelytrum repens (Willd.) C. E. Hubb.
**Saccharum officinarum* L.
**Zea mays* L.

HIPPOCRATEACEAE
Hippocratea acapulcensis H.B.K.

LABIATAE
Salvia coccinea Juss.
Salvia riparia H.B.K.
Scutellaria sp.

LACISTEMACEAE
Lacistema aggregatum (Bergius) Rusby

LAURACEAE
Nectandra salicifolia (H.B.K.) Nees
Persea americana var. *drymifolia* (Schlecht. & Cham.) Blake
Phoebe tampicensis Mez

LEGUMINOSAE
Acacia angustissima (Mill.) Kuntze
Acacia cornigera (L.) Willd.
Acacia coulteri Benth.
Acacia farnesiana (L.) Willd.
Acacia sp.
Bauhinia divaricata L.
Bauhinia sp.
Caesalpinia mexicana A. Gray
Calliandra capillata Benth.
Calliandra houstoniana (Mill.) Standley
Canavalia villosa Benth.
Chamaecrista chamaecristoides (Collada) Greene.
Cracca caribaea Benth.
Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb.
Erythrina americana Mill.
Erythrina herbacea L.
Harpalyce arborescens A. Gray
Inga vera subsp. *spuria* (Willd.) J. León
Lysiloma divaricata (Jacq.) Macbride
Macroptilium atropurpureum (Sessé & Mociño ex DC.) Urban
Phaseolus glabellus Piper
Piscidia piscipula (L.) Sarg.
Pithecellobium lanceolatum (H. & B.) Benth.
Pithecellobium pallens (Benth.) Standl.
Ramirezella nitida Piper
Senna atomaria (L.) Irwin & Barneby
Stizolobium pruriens (L.) Medic.

LILIACEAE
Beaucarnea inermis Rose
Smilax mollis Willd.

LORANTHACEAE
Psittacanthus aff. *schiedeanus* (Cham. & Schlecht.) Blume

LYTHRACEAE
Cuphea sp. 1
Cuphea sp. 2

MALPIGHIACEAE
Malpighia glabra L.
Mascagnia macroptera Ndz.

MALVACEAE
Abutilon hypoleucum A. Gray
Hibiscus phoeniceus Jacq.
Malvaviscus drummondii Torr. & Gray
Robinsonella discolor Rose & Baker
Sida acuta L.

MELASTOMATACEAE
Conostegia xalapensis (Bonpl.) D. Don

MELIACEAE
Cedrela odorata L.
Trichilia havanensis Jacq.
Trichilia hirta L.

Apéndice 2. Continuación.

MORACEAE
Brosimum alicastrum Swartz
Chlorophora tinctoria (L.) Gaud.
Ficus bonplandiana (Liebm.) Miq.
Ficus cookii Standley
Ficus cotinifolia H.B.K.
Ficus padifolia H.B.K.
Ficus segoviae Miq.
Trophis racemosa (L.) Urban

MYRSINACEAE
Icacorea paniculata (Nutt.) Sudw.
Parathesis serrulata (Swartz) Mez

MYRTACEAE
Eugenia capuli (Schlecht. & Cham.) Berg.
Eugenia fragrans (Sw.) Willd.
Eugenia sp.

NYCTAGINACEAE
Mirabilis longiflora L.
Pisonia aculeata L.

NYMPHAEACEAE
Nuphar luteum subsp. *macrophyllum* (Small) E. O. Beal

OLACACEAE
Schoepfia schreberi Gmel.

ONAGRACEAE
Ludwigia palustris (L.) Ell.

OPILIACEAE
Agonandra obtusifolia Standley

ORCHIDACEAE
Cyrtopodium punctatum Lindl.
Encyclia belizensis (Rchb. f.) Schltr. subsp. *parviflora*
Encyclia cochleata (L.) Dressler
Encyclia livida (Lindley) Schlecht.
Epidendrum raniferum Lindl.
Malaxis sp.
Oncidium carthagenense (Jacq.) Sw.
Oncidium cebolleta (Jacq.) Sw.
Pleurothallis sp.
Spiranthes sp. 1
Spiranthes sp. 2

PALMAE
Chamaedorea radicalis Mart.
Sabal mexicana Mart.

PASSIFLORACEAE
Passiflora sp.

PIPERACEAE
Peperomia glabella (Swartz) A. Dietr.
Peperomia glutinosa Millsp.
Peperomia granulosa Trelease
Peperomia quadrifolia (L.) H.B.K.
Piper amalago L.

PHYTOLACCACEAE
Agdestis clematidea Moc. & Sessé ex DC.
Petiveria alliacea L.
Rivina humilis L.

POLEMONIACEAE
Bonplandia geminiflora Cav.

POLYGONACEAE
Coccoloba sp.
Polygonum lapathifolium L.
Ruprechtia pallida Standley

PORTULACACEAE
Talinum paniculatum (Jacq.) Gaertn.

POTAMOGETONACEAE
Potamogeton sp.

RAFFLESIACEAE
Bdalophyton americanum (R. Br.) Harms

RANUNCULACEAE
Clematis dioica L.

RHAMNACEAE
Colubrina elliptica (Sw.) Brizicky & Stern
Krugiodendron ferreum (Vahl) Urb.

RUBIACEAE
Chiococca alba (L.) Hitchc.
Chione mexicana Standley
**Coffea arabica* L.
Exostema caribaeum (Jacq.) R. & S.

Apéndice 2. Continuación.

Exostema mexicanum Gray
Hamelia patens Jacq. var *patens*
Psychotria erythrocarpa Schlecht.
Psychotria microdon (DC.) Urb.
Psychotria tenuifolia Swartz
Randia armata (Swartz) DC.
Randia laetevirens Standley
Randia obcordata S. Wats.
Spermacoce tenuior L.

RUTACEAE
**Citrus aurantium* L.
Citrus sp.
Decatropis bicolor (Zucc.) Radlk.
Esenbeckia berlandieri Baill.
Zanthoxylum fagara (L.) Sarg.
Zanthoxylum pringlei S. Wats.

SALICACEAE
Salix humboldtiana Willd.

SAPINDACEAE
Cupania dentata Moc. & Sessé ex DC.
Paullinia tomentosa Jacq.
Sapindus saponaria L.
Serjania cardiospermoides Schlecht. & Cham.
Thouinia villosa DC.
Ungnadia speciosa Endl.
Urvillea ulmacea H.B.K.

SAPOTACEAE
Bumelia laetevirens Hemsl.
Bumelia sp.
Chrysophyllum mexicanum Brand. ex Standley
Sideroxylon sp.

SCROPHULARIACEAE
Capraria biflora L.
Russelia syringaefolia Cham. & Schlecht.

SOLANACEAE
Capsicum ciliatum (H.B.K.) Kuntze
Datura inoxia Miller
Solanum brachystachys Dunal
Solanum ochraceo-ferrugineum (Dun.) Fern.
Solanum verbascifolium L.

STERCULIACEAE
Byttneria aculeata Jacq.
Guazuma ulmifolia Lam.

TAXODIACEAE
Taxodium mucronatum Ten.

ULMACEAE
Celtis iguanaea (Jacq.) Sarg.
Mirandaceltis monoica (Hemsl.) Sharp
Phyllostylon brasiliense Cap.
Trema micrantha (L.) Blume

UMBELLIFERAE
Hydrocotyle verticillata Thunberg

URTICACEAE
Pilea glabra S. Wats.
Pilea serpyllifolia (Poir.) Wedd.
Urera caracasana (Jacq.) Griseb.

VERBENACEAE
Callicarpa acuminata H.B.K.
Citharexylum berlandieri Robinson
Hyptis verticillata Jacq.
Petrea volubilis L.

VIOLACEAE
Hybanthus mexicanus Ging.
Rinorea sp.

VITACEAE
Cissus rhombifolia Vahl
Cissus sicyoides L.
Vitis tiliifolia Humb. & Bonpl.

Acta Botánica Mexicana (1995), 33:37-50

CLASIFICACION DE LOS GENEROS DE GRAMINEAS (POACEAE) MEXICANAS

Jesus Valdes Reyna

Departamento de Botánica
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
Buenavista, Saltillo, Coahuila 25315

Y

Patricia D. Davila A.

Instituto de Biología
Universidad Nacional Autónoma de México
Apartado Postal 70-367
04510 México D.F.

RESUMEN

La familia de las gramíneas (Poaceae) está bien representada en México, con seis subfamilias, 26 tribus, 30 subtribus, 206 géneros, y un poco más de 1,000 especies. De los 206 géneros, 22 son monotípicos, 11 son endémicos, 16 dioicos y 49 introducidos (naturalizados o cultivados). La lista que se presenta ubica a estos géneros en un sistema de clasificación filogenético.

ABSTRACT

The grass family (Poaceae) is extremely well represented in Mexico, with six subfamilies, 26 tribes, 30 subtribes, 206 genera, and slightly more than 1,000 species. Of the 206 genera, twenty two are monotypic, eleven are endemic, 16 are dioecious, and 49 are introduced (naturalized or cultivated). The genera are presented in a system of phylogenetic classification.

Se considera que la familia de las gramíneas ocupa el tercer lugar en nuestro país en cuanto a número de especies de plantas superiores. Se estima que a nivel mundial se registran un poco más de 700 géneros y alrededor de 10,000 especies. En México, Beetle (1987) señala que existen 197 géneros y 1,127 especies, es decir aproximadamente 4.5% de la flora total del país.

Desde el punto de vista ecológico, las gramíneas representan uno de los grupos biológicos más ampliamente adaptados a diferentes ambientes. Se distribuyen en comunidades desde la tundra ártica, los bosques templados y cálido-húmedos, las zonas áridas y semi-áridas, hasta los habitats acuáticos y marinos.

Además de su gran diversidad e importancia ecológica, representan uno de los grupos vegetales con mayor interés económico. Diferentes especies se utilizan como

alimento para el hombre, como forraje para el ganado, como plantas de ornato, en la fabricación de artesanías, así como en actividades relacionadas con la construcción, recreación y religión, entre otras. En términos de producción agrícola mundial, actualmente los primeros cuatro lugares corresponden a miembros de esta familia: maíz, trigo, arroz y caña de azúcar.

La mayoría de los estudios acerca de las gramíneas mexicanas han sido florísticos y algunos han contribuido a nuestra comprensión de la evolución del grupo o han aportado información sobre la distribución del mismo en el país. El renombrado equipo de Humboldt, Bonpland y Kunth (1816) es el primero en llamar la atención del mundo a la riqueza de la flora de gramíneas, describiendo muchas nuevas especies. Fournier (1882, 1886) estudia las gramíneas mexicanas desde un punto de vista fitogeográfico, pero lo más importante es que resume la información relativa a estas plantas dispersa en ese tiempo en diversos centros de investigación botánica de Europa.

En función de la vecindad con los Estados Unidos, varios investigadores de ese país incrementan el conocimiento de las gramíneas mexicanas. Así Vasey (1886) contribuye con las descripciones de nuevas especies; Griffiths (1912) estudia el género *Bouteloua* para México; Hitchcock (1913) publica una lista, basada en los ejemplares depositados en el Herbario Nacional de los Estados Unidos, que incluye un total de 623 especies en 132 géneros. Así como Fournier sintetiza las contribuciones europeas, Hitchcock resume las contribuciones de más de 30 años de investigadores americanos.

Posteriormente surgen muchos trabajos, entre los que destacan los de Chase (1921, 1929) sobre *Pennisetum* y *Paspalum* y otros grupos. Swallen y Hernández X. (1961) presentan una clave para identificar los géneros de gramíneas mexicanas, la cual ha sido utilizada por muchos años en nuestro país. Sohns (1953, 1956) revisa *Chaboissaea* e *Hilaria*; Johnston (1943) estudia las gramíneas de Coahuila y regiones adyacentes; Beetle (1977, 1983, 1987) y Beetle et al. (1969) contribuyen al conocimiento global de las gramíneas mexicanas; Gould (1979, 1980) y Gould y Moran (1981) aportan información para la clasificación y conocimiento de nuestra flora agrostológica; Reeder (1967, 1968, 1971) trabaja en citología de gramíneas, Koch (1979) estudia la taxonomía de algunos géneros mexicanos.

En el ámbito nacional, también existen aportaciones importantes como la de Conzatti (1946) quien en su Flora Taxonómica Mexicana, incrementa el conocimiento de la distribución de las especies registradas previamente por Hitchcock (1913). Matuda (1972) colecta y estudia las gramíneas, especialmente de la parte central del país. Hernández X. (1959) estima la existencia de 1,050 especies en 161 géneros para México. Rzedowski (1962, 1965, 1975, 1978) investiga los patrones de distribución y centros de endemismos, incluyendo los de gramíneas. Valdés (1977, 1991) realiza trabajos florísticos, especialmente en el norte del país; Dávila (1989) y Dávila et al. (1993, 1994) hacen listados florísticos del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, y de géneros seleccionados de la tribu Andropogoneae.

Una clasificación filogenética de las gramíneas mexicanas es necesaria para la adecuada presentación de estudios florísticos nacionales y regionales que involucren a este conjunto de plantas. El agrupamiento de los géneros en tribus y subfamilias es importante para una mejor comprensión de la diversidad que caracteriza a la familia.

La división de las Gramineae en subfamilias y tribus ha ido cambiando a lo largo del tiempo; para México Martínez (1975), siguiendo el sistema de Hitchcock, reconoce dos

subfamilias, 15 tribus y 172 géneros; Gould (1979) enlista seis subfamilias, 29 tribus y 183 géneros; Beetle (1983) considera ocho subfamilias, con 33 tribus. Por otro lado McVaugh (1983) y Rzedowski y Rzedowski (1990) acomodan los géneros en secuencia alfabética en sus respectivas floras.

Aquí usamos el esquema empleado por Clayton y Renvoize (1986, 1992); Soderstrom y Ellis (1987); Watson y Dallwitz (1992); Davidse et al. (1994); y Peterson et al. (en prensa). Con ellos concordamos en separar 6 subfamilias, pero establecemos pequeñas diferencias en la definición de algunas subtribus y tribus.

De los 206 géneros presentes en nuestro país, 22 son monotípicos, 11 son endémicos, 49 son introducidos y 13 tienen 20 o más especies, concentrándose la mayoría de los representantes de la familia en: *Agrostis*, *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Digitaria*, *Eragrostis*, *Muhlenbergia*, *Panicum*, *Paspalum*, *Poa*, *Setaria*, *Sporobulus* y *Stipa*. Asimismo, como indica Reeder (1969), existen más géneros de gramíneas dioicas en México que en ningún otro país del mundo. Estos son en total 16 a mencionar: *Allolepis*, *Bouteloua* (una especie dioica, las demás hermafroditas), *Buchloë*, *Buchlomimus*, *Cyclostachya*, *Distichlis*, *Gynerium*, *Jouvea*, *Monanthochloë*, *Neeragrostis*, *Opizia*, *Pringleochloa*, *Reederochloa*, *Scleropogon*, *Soderstromia* y *Sohnsia*.

Los 206 géneros que reconocemos están asignados a seis subfamilias, 26 tribus y 30 subtribus.

GENEROS DE GRAMINEAS MEXICANAS

En esta lista se han estandarizado los nombres de géneros y autores según Gunn et al. (1992).

SUBFAMILIA I BAMBUSOIDEAE

Tribu 1 Bambuseae

Subtribu I Bambusinae

* 1 *Bambusa Schreber*

Subtribu II Shibataeinae

* 2 *Phyllostachys* Siebold & Zuccarini

Subtribu III Guaduinae

3 *Guadua* Kunth

4 *Otatea* (McClure & Smith) Calderón & Soderstrom

● 5 *Olmeca* Soderstrom

Subtribu IV Arthrostylidiinae

6 *Arthrostylidium* Ruprecht

7 *Aulonemia* Goudot

8 *Rhipidocladum* McClure

---

* Introducido ● Endémico

♦ Dioico ■ Monotípico

\+ Con más de 20 spp.

Subtribu V Chusqueinae
9 *Chusquea* Kunth
Tribu 2 Streptochaeteae
10 *Streptochaeta* Schrader
Tribu 3 Olyreae
11 *Olyra* Linnaeus
12 *Cryptochloa* Swallen
13 *Lithachne* Palisot de Beauvois
Tribu 4 Phareae
14 *Pharus* P. Browne
Tribu 5 Streptogyneae
15 *Streptogyne* Palisot de Beauvois
Tribu 6 Oryzeae
16 *Oryza Linnaeus*
17 *Leersia* O. P. Swartz
18 *Zizaniopsis* Doell & Ascherson
19 *Luziola* A. L. Jussieu

SUBFAMILIA II POOIDEAE

Tribu 7 Stipeae
+ 20 *Stipa* Linnaeus
21 *Nassella* E. Desvaux
22 *Piptochaetium* J. S. Presl
Tribu 8 Poeae
23 *Festuca* Linnaeus
* 24 *Lolium* Linnaeus
25 *Vulpia* C. C. Gmelin
* 26 *Cynosurus* Linnaeus
■* 27 *Lamarckia* Moench
28 *Briza* Linnaeus
+ 29 *Poa* Linnaeus
* 30 *Dactylis* Linnaeus
* 31 *Catapodium* Link
Tribu 9 Hainardieae
* 32 *Parapholis* C. E. Hubbard
■* 33 *Hainardia* Greuter
Tribu 10 Meliceae
34 *Glyceria* R. Brown
35 *Melica* Linnaeus
36 *Triniochloa* A. Hitchcock
Tribu 11 Aveneae
Subtribu I Duthieinae
■● 37 *Metcalfia* Conert

Subtribu II Aveniae
* 38 *Avena* Linnaeus
39 *Dissanthelium* Trinius
40 *Trisetum* C. Persoon
41 *Koeleria* C. Persoon
42 *Sphenopholis* Scribner
43 *Deschampsia* Palisot de Beauvois
* 44 *Holcus* Linnaeus
* 45 *Aira* Linnaeus
Subtribu III Phalaridinae
46 *Hierochloë* R. Brown
* 47 *Anthoxanthum* Linnaeus
48 *Phalaris* Linnaeus
Subtribu IV Alopecurinae
+ 49 *Agrostis* Linnaeus
50 *Calamagrostis* Adanson
* 51 *Gastridium* Palisot de Beauvois
■* 52 *Lagurus* Linnaeus
53 *Polypogon* Desfontaines
54 *Cinna* Linnaeus
■ 55 *Limnodea* L. H. Dewey
56 *Alopecurus* Linnaeus
57 *Phleum* Linnaeus
Tribu 12 Bromeae
+ 58 *Bromus* Linnaeus
Tribu 13 Brachypodieae
59 *Brachypodium* Palisot de Beauvois
Tribu 14 Triticeae
60 *Elymus* Linnaeus
61 *Sitanion* Rafinesque
62 *Leymus* C. F. Hochstetter
* 63 *Hordeum* Linnaeus
* 64 *Agropyron* J. Gaertner
65 *Elytrigia* A. Desvaux
* 66 *Secale* Linnaeus
* 67 *Triticum* Linnaeus
* 68 *Aegilops* Linnaeus

SUBFAMILIA III CENTOTHECOIDEAE

Tribu 15 Centotheceae
69 *Orthoclada* Palisot de Beauvois
70 *Chasmanthium* Link
■● 71 *Gouldochloa* Valdés, Morden & Hatch
72 *Zeugites* P. Browne

SUBFAMILIA IV ARUNDINOIDEAE

Tribu 16 Arundineae
73 *Danthonia* A. P. de Candolle
* 74 *Schismus* Polisot de Beauvois
* 75 *Cortaderia* Stapf
* 76 *Arundo* Linnaeus
77 *Phragmites* Adanson
■♦ 78 *Gynerium* Palisot de Beauvois
Tribu 17 Aristideae
+ 79 *Aristida* Linnaeus

SUBFAMILIA V CHLORIDOIDEAE

Tribu 18 Pappophoreae
80 *Pappophorum* Schreber
81 *Enneapogon* Palisot de Beauvois
■ 82 *Cottea* Kunth
Tribu 19 Orcuttieae
83 *Orcuttia* G. Vasey
84 *Tuctoria* J. Reeder
Tribu 20 Eragrostideae
Subtribu I Uniolinae
85 *Uniola* Linnaeus
Subtribu II Monanthochloinae
♦ 86 *Distichlis* Rafinesque
■●♦ 87 *Reederochloa* Soderstrom & Decker
■♦ 88 *Allolepis* Soderstrom & Decker
♦ 89 *Monanthochloë* Engelmann
♦ 90 *Jouvea* E. Fournier
Subtribu III Eleusininae
* 91 *Eleusine* J. Gaertner
* 92 *Dactyloctenium* Willdenow
Subtribu IV Eragrostidinae
* 93 *Neyraudia* J. D. Hooker
94 *Tridens* J. Roemer & Schultes
95 *Triplasis* Palisot de Beauvois
■●♦ 96 *Sohnsia* Airy Shaw
■♦ 97 *Scleropogon* Philippi
98 *Leptochloa* Palisot de Beauvois
99 *Tripogon* J. Roemer & J. A. Schultes
100 *Gouinia* E. Fournier ex Bentham
101 *Trichoneura* N. Andersson
+ 102 *Eragrostis* N. M. Wolf
♦ 103 *Neeragrostis* Bush

Subtribu V Muhlenbergiinae
+ 104 *Muhlenbergia* Schreber
105 *Chaboissaea* E. Fournier
■● 106 *Bealia* Scribner
107 *Lycurus* Kunth
108 *Pereilema* J. S. Presl
109 *Blepharoneuron* G. Nash
Subtribu VI Munroinae
110 *Erioneuron* G. Nash
■ 111 *Dasyochloa* Willdenow ex Rydberg
112 *Munroa* J. Torrey
113 *Blepharidachne* E. Hackel
Subtribu VII Sporobolinae
+ 114 *Sporobolus* R. Brown
* 115 *Crypsis* Aiton
Tribu 21 Cynodonteae
Subtribu I Chloridinae
116 *Chloris* O.P. Swartz
117 *Eustachys* Desvaux
118 *Enteropogon* C. Nees
119 *Trichloris* Bentham
120 *Gymnopogon* Palisot de Beauvois
121 *Ctenium* Panzer
122 *Microchloa* R. Brown
* 123 *Cynodon* L. C. Richard
124 *Spartina* Schreber
Subtribu II Boutelouninae
+♦ 125 *Bouteloua* Lagasca
126 *Pentarrhaphis* Kunth
■●♦ 127 *Buchlomimus* J. Reeder, C. Reeder & J. Rzedowski
■●♦ 128 *Cyclostachya* J. Reeder & C. Reeder
■●♦ 129 *Pringleochloa* Scribner
♦ 130 *Opizia* J. S. Presl
■ 131 *Schaffnerella* G. Nash
■♦ 132 *Buchloë* Engelmann
133 *Cathestecum* J. S. Presl
■● 134 *Griffithsochloa* G. J. Pierce
135 *Aegopogon* Humboldt & Bonpland ex Willdenow
■♦ 136 *Soderstromia* C. V. Morton
137 *Hilaria* Kunth
138 *Pleuraphis* Torrey
Subtribu III Zoysiinae
* 139 *Tragus* A. Haller
* 140 *Zoysia* Willdenow

SUBFAMILIA VI PANICOIDEAE

Tribu 22 Paniceae

Subtribu I Setariinae

141 *Pseudechinolaena* Stapf
142 *Oplismenus* Palisot de Beauvois
143 *Ichnanthus* Palisot de Beauvois
144 *Echinolaena* A. Desvaux
+ 145 *Panicum* Linnaeus
146 *Lasiacis* (Grisebach) A. Hitchcock
147 *Hymenachne* Palisot de Beauvois
148 *Homolepis* A. Chase
149 *Sacciolepis* G. Nash
* 150 *Cyrtococcum* Stapf
151 *Acroceras* Stapf
152 *Echinochloa* Palisot de Beauvois
153 *Chaetium* C. G. D. Nees
154 *Urochloa* Palisot de Beauvois
155 *Eriochloa* Kunth
+ 156 *Paspalum* Linnaeus
157 *Reimarochloa* A. Hitchcock
158 *Thrasya* Kunth
159 *Mesosetum* Steudel
160 *Axonopus* Palisot de Beauvois
+ 161 *Setaria* Palisot de Beauvois
162 *Paspalidium* Stapf
163 *Ixophorus* D. F. L. Schlechtendal
164 *Setariopsis* Scribner ex Millspaugh
* 165 *Stenotaphrum* Trinius

Subtribu II Melinidinae

* 166 *Rhynchelytrum* C. G. D. Nees
* 167 *Melinis* Palisot de Beauvois

Subtribu III Digitariinae

+ 168 *Digitaria* A. Haller
169 *Anthaenantia* Palisot de Beauvois

Subtribu IV Cenchrinae

170 *Pennisetum* L. C. Richard
171 *Cenchrus* Linnaeus
172 *Anthephora* Schreber

Tribu 23 Isachneae

173 *Isachne* R. Brown

Tribu 24 Arundinelleae

174 *Arundinella* Raddi
175 *Tristachya* C. G. D. Nees

Tribu 25 Andropogoneae
Subtribu I Saccharinae
176 *Saccharum* Linnaeus
177 *Eriochrysis* Palisot de Beauvois
* 178 *Miscanthus* N. Andersson
179 *Imperata* Cirillo
Subtribu II Germainiinae
180 *Trachypogon* C. G. D. Nees
Subtribu III Sorghinae
* 181 *Sorghum* Moench
182 *Sorghastrum* G. Nash
* 183 *Vetiveria* Bory de Saint-Vicent
* 184 *Dichanthium* P. R. Willemet
185 *Bothriochloa* O. Kuntze
* 186 *Euclasta* A. Franchet
Subtribu IV Ischaeminae
187 *Ischaemum* Linnaeus
Subtribu V Andropogoninae
188 *Andropogon* Linnaeus
189 *Diectomis* Kunth
* 190 *Hypogynium* C. G. D. Nees
* 191 *Cymbopogon* C. Sprengel
192 *Schizachyrium* C. G. D. Nees
* 193 *Arthraxon* Palisot de Beauvois
Subtribu VI Anthistiriinae
* 194 *Hyparrhenia* N. Andersson ex E. Fournier
* 195 *Hyperthelia* W. Clayton
196 *Heteropogon* C. Persoon
Subtribu VII Rottboelliinae
197 *Elionurus* Kunth ex Willdenow
* 198 *Hemarthria* R. Brown
199 *Rhytachne* A. Desvaux
200 *Coelorachis* Brongniart
* 201 *Eremochloa* Buese
* 202 *Rottboellia* Linneaus filius
■* 203 *Hackelochloa* O. Kuntze
Tribu 26 Maydeae
* 204 *Coix* Linnaeus
205 *Tripsacum* Linnaeus
206 *Zea* Linnaeus

Géneros dudosos (incluye aquellos de los cuales no se encontró ejemplares de respaldo).

Arrhenatherum Palisot de Beauvois, citado por Beetle (1987).
Arthropogon Palisot de Beauvois, citado por Beetle (1987).
Schedonnardus Steudel, citado por Gould (1975).

LITERATURA CITADA

Beetle, A. A. 1977. Noteworthy grasses from México. V. Phytologia 37(4): 317-407.

Beetle, A. A. 1983. Las gramíneas de México. 1. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. México: Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, D.F. 260 pp.

Beetle, A. A. 1987. Noteworthy grasses from Mexico. XIII. Phytologia 63(4): 209-297.

Beetle, A.A., P. Rojas M. y A. Cuevas R. 1969. Los principales zacates (gramíneas) en el estado de Nuevo León. Agronomía 123-124: 10-19.

Chase, A. 1921. The North American species of *Pennisetum*. Contr. U. S. Natl. Herb. 22: 209-234.

Chase, A. 1929. The North American species of *Paspalum*. Contr. U. S. Natl. Herb. 28: 1-310.

Clayton, W. D. y S. A. Renvoize. 1986. Genera graminum: grasses of the world. Kew Bull. Additional Series XIII. Her Majesty's Stationery Office. Royal Botanical Gardens. Kew. 387 pp.

Clayton, W. D. y S. A. Renvoize. 1992. A system of classification for the grasses. In: Chapman G. P. (ed.). Grass evolution and domestication. Cambridge University Press. Cambridge. pp. 338-353.

Conzatti, C. 1946. Flora taxonómica mexicana. Tomo I. Sociedad Mexicana de Historia Natural, México, D.F.

Davidse, G., M. Sousa y A. Chater (eds.). 1994. Flora Mesoamericana. Vol. 6. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 543 pp.

Dávila, P. 1989. New combination in *Sorghastrum* (Poaceae: Andropogoneae). Ann. Missouri Bot. Gard. 76: 1171.

Dávila, P., J. L. Villaseñor, R. Medina, A. Ramírez, A. Salinas, J. Sánchez, y P. Tenorio. 1993. Listados florísticos de México. X. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 195 pp.

Dávila, P. y J. Sánchez-Ken. 1994. Poaceae. Subfams. Arundinoideae, Bambusoideae y Centhotecoideae. Fascículo 3. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F. 57 pp.

Fournier, E. 1882. Distribución geográfica de las gramíneas mexicanas. La Naturaleza. México, D.F. Ser. I. 6: 323-343.

Fournier, E. 1886. Mexicanas Plantas. Pars II. Gramineae. Typographeo Reipublicae. París: XIX + 160 pp.

Gould, F.W. 1975. The grasses of Texas. Texas A&M University Press. College Station, Texas. 653 pp.

Gould, F. W. 1979. A key to the genera of Mexican grasses. Tex. Agric. Exp. Sta. Texas A & M Univ. Syst. MP-1422. 46 pp.

Gould, F. W. 1980. The genus *Bouteloua* (Poaceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 66(3): 348-416.

Gould, F. W. y R. Moran. 1981. The grasses of Baja California, México. Memoir 12, San Diego Soc. Natural History. San Diego. 140 pp.

Griffiths, D. 1912. The grama grasses; *Bouteloua* and related genera. Contr. U. S. Natl. Herb. 14: 343-444.

Gunn, C., J. H. Wiersema, C. A. Ritchie, y J. H. Kirkbride, Jr. 1992. Families and genera of Spermatophytes recognized by the Agriculture Research Service. U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin Nº 1796. 499 pp.

Hernández, X., E. 1959. Patrones de distribución de algunos zacates mexicanos. Chapingo 12(77,78): 392-398.

Hitchcock, A. S. 1913. Mexican grasses in the United States National Herbarium. Contr. U. S. Natl. Herb. 17(3): 181-389.

Humboldt, F. A., A. Bonpland, y C. S. Kunth. 1816. Nova genera et species plantarum 1. Librairie Gréque-Latine-Allemande. París. Vol. 1.

Johnston, I. M. 1943. Plants of Coahuila, eastern Chihuahua, and adjoining Zacatecas and Durango I, II. J. Arnold Arbor. 24: 306-421.
Koch, S. D. 1979. The relationships of three Mexican Aveneae and some new characters for distinguishing *Deschampsia* and *Trisetum* (Gramineae). Taxon 28(1,2/3): 225-235.
Martínez, F. 1975. Descripción de claves y géneros para la familia Gramineae. Ed. Universitaria, Morelia, Michoacán. 72 pp.
Matuda, E. 1972. Las gramíneas del estado de México. Gobierno del Estado de México. Toluca, Méx. 119 pp.
McVaugh, R. 1983. Flora Novo-Galiciana: a descriptive account of the vascular plants of western México. The Univ. of Michigan Press, Ann Arbor. Vol. 14. 436 pp.
Peterson, P., R. D. Webster y J. Valdés R. (en prensa). Genera of New World Eragrostideae (Poaceae: Chloridoideae). Smithsonian Contributions to Botany. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C.
Reeder, J. R. 1967. Notes on Mexican grasses VI. Miscellaneous chromosome numbers. Bull. Torrey Bot. Club 94: 1-17.
Reeder, J. R. 1968. Notes on Mexican grasses VIII. Miscellaneous chromosome numbers-2. Bull. Torrey Bot. Club 95: 69-86.
Reeder, J. R. 1969. Las gramíneas dioicas de México. Bol. Soc. Bot. Méx. 30: 121-126.
Reeder, J. R. 1971. Notes on Mexican grasses IX. Miscellaneous chromosome numbers-3. Brittonia 23: 105-117.
Rzedowski, J. 1962. Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México I. Algunas consideraciones acerca del elemento endémico de la flora mexicana. Bol. Soc. Bot. Méx. 27: 52-65.
Rzedowski, J. 1965. Relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora de México. Bol. Soc. Bot. Méx. 29: 121-177.
Rzedowski, J. 1975. An ecological and phytogeographical analysis of the grasslands of México. Taxon 24(1): 67-80.
Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D.F. 432 pp.
Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski (eds.). 1990. Flora fanerogámica del Valle de México. Monocotyledoneae. Instituto de Ecología, A. C. Pátzcuaro, Mich. Vol. 3. 494 pp.
Soderstrom, T. R. y R. P. Ellis. 1987. The position of bamboo genera an allies in a system of grass classification. In: Soderstrom T. R. et al. (eds.) Grass systematics and evolution. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. pp. 225-238.
Sohns, E. R. 1953. *Chaboissaea ligulata* Fourn.: A Mexican grass. Journ. Wash. Acad. Sci. 43(12): 405-407.
Sohns, E. R. 1956. The genus *Hilaria* (Gramineae). Journ. Wash. Acad. Sci. 46: 311-321.
Swallen, J. R. y E. Hernández X. 1961. Clave de los géneros mexicanos de gramíneas. Bol. Soc. Bot. Méx. 26: 52-118.
Valdés R., J. 1977. Gramíneas de Coahuila. Monografía Técnico Científica. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 3(11): 884-1018.
Valdés R., J. 1991. *Erioneuron* In: Beetle, A.A. Las gramíneas de México. Tomo III. Comisión Técnico Consultiva para la Determinación de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA-SARH), México, D.F. pp. 115-119.
Vasey, G. 1886. New species of Mexican grasses collected by Dr. Edward Palmer in southwestern Chihuahua, in 1885. Bull. Torrey Bot. Club 13: 229-232.
Watson, L. y M. Dallwitz. 1992. The grass genera of the world. Center for Agriculture and Biosciences (CAB) International, Wallinford. 1024 pp.

APENDICE 1

Lista de géneros en orden alfabético, con el número correspondiente a su ubicación en el sistema de clasificación presentado.

Acroceras	151
Aegilops	68
Aegopogon	135
Agropyron	64
Agrostis	49
Aira	45
Allolepis	88
Alopecurus	56
Andropogon	188
Anthaenanthia	169
Anthephora	172
Anthoxanthum	47
Aristida	79
Arthraxon	193
Arthrostylidium	6
Arundinella	174
Arundo	76
Aulonemia	7
Avena	38
Axonopus	160
Bambusa	1
Bealia	106
Blepharidachne	113
Blepharoneuron	109
Bothriochloa	185
Bouteloua	125
Brachypodium	59
Briza	28
Bromus	58
Buchloë	132
Buchlomimus	127
Calamagrostis	50
Catapodium	31
Cathestecum	133
Cenchrus	171
Chaboissaea	105
Chaetium	153
Chasmantium	70
Chloris	116
Chusquea	9
Cinna	54
Coelorachis	200
Coix	204
Cortaderia	75
Cottea	82
Crypsis	115
Cryptochloa	12
Ctenium	121
Cyclostachya	128
Cymbopogon	191
Cynodon	123
Cynosurus	26
Cyrtococcum	150
Dactylis	30
Dactyloctenium	92
Danthonia	73
Dasyochloa	111
Deschampsia	43
Dichantium	184
Diectomis	189
Digitaria	168
Dissanthelium	39
Distichlis	86
Echinochloa	152
Echinolaena	144
Eleusine	91
Elionurus	197
Elymus	60
Elytrigia	65
Enneapogon	81
Enteropogon	118
Eragrostis	102
Eremochloa	201
Eriochloa	155
Eriochrysis	177
Erioneuron	110
Euclasta	186
Eustachys	117
Festuca	23
Gastridium	51
Glyceria	34
Gouinia	100
Gouldochloa	71
Griffithsochloa	134
Guadua	3
Gymnopogon	120
Gynerium	78
Hackelochloa	203
Hainardia	33
Hemarthria	198

Apéndice 1. Continuación.

Heteropogon	196
Hierochloë	46
Hilaria	137
Holcus	44
Homelepis	148
Hordeum	63
Hymenachne	147
Hyparrhenia	194
Hyperthelia	195
Hypogynium	190
Ichnanthus	143
Imperata	179
Isachne	173
Ischaemum	187
Ixophorus	163
Jouvea	90
Koeleria	41
Lagurus	52
Lamarckia	27
Lasiacis	146
Leersia	17
Leptochloa	98
Leymus	62
Limnodea	55
Lithachne	13
Lolium	24
Luziola	19
Lycurus	107
Melica	35
Melinis	167
Mesosetum	159
Metcalfia	37
Microchloa	122
Miscanthus	178
Monanthochloë	89
Muhlenbergia	104
Munroa	112
Nassella	21
Neeragrostis	103
Neyraudia	93
Olmeca	5
Olyra	11
Opizia	130
Oplismenus	142
Orcuttia	83
Orthoclada	69
Oryza	16
Otatea	4
Panicum	145
Pappophorum	80
Parapholis	32
Paspalidium	162
Paspalum	156
Pennisetum	170
Pentarraphis	126
Pereilema	108
Phalaris	48
Pharus	14
Phleum	57
Phragmites	77
Phyllostachys	2
Piptochaetium	22
Pleuraphis	138
Poa	29
Polypogon	53
Pringleochloa	129
Pseudoechinolaena	141
Reederochloa	87
Reimarochloa	157
Rhipidocladum	8
Rhynchelytrum	166
Rhytachne	199
Rottboellia	202
Saccharum	176
Sacciolepis	149
Schaffnerella	131
Schismus	74
Schizachyrium	192
Scleropogon	97
Secale	66
Setaria	161
Setariopsis	164
Sitanion	61
Soderstromia	136
Sohnsia	96
Sorghastrum	182
Sorghum	181
Spartina	124
Sphenopholis	42
Sporobolus	114
Stenotaphrum	165
Stipa	20
Streptochaeta	10
Streptogyne	15
Thrasya	158
Trachypogon	180

Apéndice 1. Continuación.

Tragus	139	*Triticum*	67
Trichloris	119	*Tuctoria*	84
Trichoneura	101	*Uniola*	85
Tridens	94	*Urochloa*	154
Triniochloa	36	*Vetiveria*	183
Triplasis	95	*Vulpia*	25
Tripogon	99	*Zea*	206
Tripsacum	205	*Zeugites*	72
Trisetum	40	*Zizaniopsis*	18
Tristachya	175	*Zoysia*	140

Acta Botánica Mexicana (1995), 33:51-61

LAS POTTIACEAE (MUSCI) DEL VALLE DE MEXICO, MEXICO

ANGELES CARDENAS S.

Instituto de Biología, UNAM
Apartado Postal 70-233
04510 México, D.F.

RESUMEN

La familia Pottiaceae está representada en el Valle de México por 79 especies y variedades, es decir 52% del total (151) conocido para el país. Estas se encuentran en todos sus tipos de vegetación dentro de un espectro altitudinal de más de 3000 m; la mayoría tiene una distribución amplia en México y en el mundo, 11 especies muestran distribución disyunta, 6 son endémicas a México y 11 son nuevos registros para el Valle de México.

ABSTRACT

There are 79 species and varieties of Pottiaceae in the Valley of Mexico representing 52% of the total (151) known for the country. These are present in all types of vegetation within an altitudinal range of more than 3000 m; most are widely distributed in Mexico and in the world, 12 species have disjunct distributions, 6 are endemic to Mexico, and 11 are new records for the Valley of Mexico.

INTRODUCCION

La familia Pottiaceae incluye 76 géneros y alrededor de 1457 especies en el mundo y es la más grande de la clase Bryopsida (Zander, 1993). Se distribuye principalmente en regiones montañosas y templadas; la mayoría de sus representantes crece sobre el suelo en ambientes variables o rigurosos y pueden formar una porción conspicua de la vegetación ruderal, de la de regiones áridas y zonas alpinas o de sitios sujetos a desecación frecuente. La taxonomía de las Pottiaceae se considera difícil debido a que son plantas de tamaño pequeño, a la areolación obscura de las hojas, a su plasticidad morfológica, fisiológica y genecológica, a la ausencia frecuente de esporofitos y a la falta de manuales regionales, especialmente para las áreas tropicales. Para México se han registrado 42 géneros (Sharp et al., 1994) y 151 especies y variedades de Pottiaceae, según datos recientes de la base de datos de los musgos neotropicales LATMOSS (cf. Delgadillo, 1992).

Como parte de los proyectos de investigación florística del Instituto de Biología, en 1982, en colaboración con el Instituto Politécnico Nacional, se inició un programa de recolección y determinación de musgos del Valle de México. Los primeros resultados (Cárdenas, 1987, 1988, 1989; Cárdenas y Delgadillo, 1992, 1994) incluyen la descripción breve de los rasgos sobresalientes del área de estudio y los registros nuevos para la zona o para el país. Para mayor información sobre la localización, relieve, geología, hidrología,

clima y tipos de vegetación del Valle de México, el lector debe acudir a Rzedowski y Rzedowski (1979).

Desde el punto de vista briológico, el Valle de México es una de las zonas mejor conocidas del país (Cárdenas, 1988), aun cuando las exploraciones recientes muestran que todavía se puede esperar la existencia de otras especies de musgos. En la presente contribución se enumeran las especies de la familia Pottiaceae para esta área y se hacen comentarios sobre su distribución altitudinal y por tipos de vegetación. Asimismo, para facilitar su reconocimiento, se anexa una clave para los géneros locales.

MATERIAL Y METODO

Entre 1982 y 1991 se recolectaron 600 ejemplares de musgos de la familia Pottiaceae en diversas localidades del Valle de México. Las muestras fueron determinadas, procesadas y depositadas en el Herbario Nacional de México (MEXU); el primer duplicado se envió al de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) y los remanentes se distribuyeron a otras instituciones. Al mismo tiempo, se revisaron los acervos de ambos herbarios y la bibliografía pertinente para obtener datos de distribución de las especies en México y en otras partes del mundo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las Pottiaceae están representadas por 79 especies y variedades en el Valle de México. En la siguiente lista el nombre científico va seguido del número de colecta del autor y datos locales de vegetación y altitud basados exclusivamente en los ejemplares estudiados; las colecciones de otros individuos, depositados en MEXU, se citan por colector y número de colecta o van seguidos de una referencia cuando provienen de la bibliografía. Los registros nuevos para el Valle de México se señalan con un asterisco*; por su interés florístico, en la lista se indican las especies con distribución disyunta o endémica.

Acaulon muticum (Hedw.) C.M. var. *rufescens* (Jaeg.) Crum. 3797a, 3800a. Matorral. 2500-2700 m.

Aloina hamulus (C.M.) Broth. 2259, 5192. Bosques de *Pinus*; *Juniperus*; matorral; pastizal. 2200-2810 m.

Aloinella catenula Card. 1399, 3773. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; matorral; zacatonal alpino. 2550-4020 m. Disyunta entre México y norte de Sudamérica.

Anoectangium aestivum (Hedw.) Mitt. 2476, 3985. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; matorral; zacatonal alpino. 2420-3970 m.

Aschisma aethiopicum (Welw. & Duby) Lindb. 3800b, 5175. Bosque de *Quercus*; matorral; pastizal. 2400-2800 m. Disyunta entre México y Africa.

Astomum muhlenbergianum (SW.) Grout. 4554, 4555. Bosque de pino-encino. 2610 m.

Barbula convoluta Hedw. R.H. Zander et al. 187, 189. Jardines de Ciudad Universitaria. 2240 m.

B. orizabensis C.M. 1905, 4718. Bosque de *Quercus*; cañada con *Alnus*; matorral. 2400-3050 m.

B. spiralis Schimp. ex C.M. 2151, 3818. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; *Juniperus*; matorral; pastizal. 2240-3168 m.

Bryoerythrophyllum calcareum (Thér.) Zand. 3212b, 4352a. Bosques de *Pinus*; *Quercus*. 2600-2910 m.

B. campylocarpum (C.M.) Crum. 2188, 4016. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; matorral; zacatonal alpino. 2325-3900 m.

B. ferruginascens (Stirt.) Giac. 1424, 4362. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Quercus*; pino-encino; matorral; zacatonal alpino. 2600-4000 m.

B. inaequalifolium (Tayl.) Zand. 2138, 4527. Bosques de *Abies*; *Pinus*; mesófilo; *Quercus*; *Juniperus*; matorral; pastizal. 2300-3580 m.

B. recurvirostrum (Hedw.) Chen. 2228, 3765. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Quercus*; matorral; zacatonal alpino. 2570-3900 m.

B. recurvirostrum (Hedw.) Chen var. *aeneum* (C.M.) Zand. 2783, 3662. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Pinus*; *Quercus*; zacatonal alpino. 2580-4000 m.

B. recurvum (Griff.) Saito. Zander (1978, 1994).

* *B. sharpii* Zand. 2674. Bosque mesófilo. 2830-3040 m. Endémica a México.

* *Desmatodon convolutus* (Brid.) Grout. 2163a, 3853. Bosques de *Quercus*; *Juniperus*; matorral; pastizal. 2400-2900 m.

Didymodon australasiae (Hook. & Grev.) Zand. var. *australasiae*. 2279, 4426. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Pinus*; *Quercus*; *Juniperus*; pino-encino; matorral; zacatonal alpino; pastizal; asociación de *Schinus* y *Opuntia*. 2240-3900 m.

D. australasiae (Hook. & Grev.) Zand. var. *umbrosus* (C.M.) Zand. 3555b, 4722c. Matorral. 2240-3700 m.

D. fallax (Hedw.) Zand. var. *reflexus* (Brid.) Zand. Hno. Amable 1419.

D. incrassatolimbatus Card. 1443, 2792. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; matorral. 2400-2900 m. Endémica a México.

D. revolutus (Card.) Will. 2142, 3831. Bosques de *Pinus*; pino-encino; *Juniperus*; matorral; pastizal; arroyo con *Opuntia*, *Schinus* y *Agave*. 2240-2810 m.

D. rigidulus Hedw. var. *gracilis* (Hook. & Grev.) Zand. 2679, 3782. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; *Juniperus*; matorral; zacatonal alpino; pastizal; vegetación riparia con *Prunus*, *Alnus*, *Salix*, *Schinus* y *Crataegus*. 2310-3900 m.

D. rigidulus Hedw. var. *icmadophilus* (Schimp. ex C.M.) Zand. 61, 4103. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; *Juniperus*; matorral; pastizal; vegetación riparia con *Prunus*, *Alnus*, *Salix*, *Schinus* y *Crataegus*. 2300-3800 m.

D. rigidulus Hedw. var. *rigidulus*. 2140a, 3337. Bosque de *Quercus*; matorral. 2630-2800 m.

D. rigidulus Hedw. var. *subulatus* (Thér. & Bartr.) Zand. 1819, 3908. Bosque de *Quercus*; pastizal. 2240-2700 m.

D. tophaceus (Brid.) Lisa. R.H. Zander et al. T186. Prados de Ciudad Universitaria. 2240 m.

D. vinealis (Brid.) Zand. var. *luridus* (Hornsch. in Spreng.) Zand. 3666, 3981. Bosque de pino-encino; arroyo con *Opuntia*, *Schinus* y *Agave*. 2690-2980 m.

Globulinella globifera (Hampe) Steere. 4723, 5181. Matorral. 2300-2740 m.

G. peruviana (Will.) Steere. A.J. Sharp et al. 1740. 3700 m. Disyunta entre México y norte de Sudamérica.

Gymnostomum aeruginosum Sm. 1904b, 4724. Matorral; cañada con *Alnus*, labiadas, compuestas, gramíneas y helechos. 2400-2800 m.

Gyroweisia obtusifolia Broth. 3504, C. Delgadillo 5136b. Bosque de *Juniperus*; matorral. 2240-2810 m. Endémica a México.

Hymenostylium recurvirostrum (Hedw.) Dix. 2682, 2705. Bosque mesófilo. 2830-3040 m.

Hyophila involuta (Hook.) Jaeg. & Sauerb. 2361, 4722d. Matorral. 2400-2420 m.

Leptodontium brachyphyllum Broth. & Thér. 1681, 4744. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; matorral; pastizal. 2400-3560 m.

L. capituligerum C.M. 4558, C. Delgadillo 5144. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; *Juniperus*; matorral. 2320-3700 m.

L. flexifolium (Dicks. ex With.) Hampe. 3935, 4578. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; zacatonal alpino; pastizal. 2240-3800 m.

L. proliferum Herz. 4328, 5173. Bosque de *Pinus*. 3200-3450 m. Disyunta entre México y norte de Sudamérica.

L. pungens (Mitt.) Kindb. C. Delgadillo 1327, 2079. Zacatonal alpino. 3700-4400 m.

L. viticulosoides (P. Beauv.) Wijk & Marg. var. *exasperatum* (Card.) Zand. 42, Alfaro y Castillo 124. Bosques de *Abies*; *Pinus*. 2780 m.

L. viticulosoides (P. Beauv.) Wijk & Marg. var. *sulphureum* (Lor.) Zand. 2568, J. Rzedowski 21843a. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; zacatonal alpino; pastizal. 2850-4000 m.

* *L. viticulosoides* (P. Beauv.) Wijk & Marg. var. *viticulosoides*. 3490, 4427. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; matorral; pastizal. 2830-3800 m.

Molendoa sendtneriana (B.S.G.) Limpr. 1902, 2258. Cañada con *Alnus*; matorral. 2460-3050 m.

Morinia crassicuspis (Robins.) Zand. 2777a, 4429b. Bosques de *Abies*; *Quercus*; pino-encino. 2800-3200 m.

M. ehrenbergiana (C.M.) Thér. 2540, 4751. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Quercus*; zacatonal alpino. 2830-4000 m.

M. stenotheca (Thér.) Zand. 3757, 4595. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; matorral. 2520-3570 m. Endémica a México.

Neohyophila sprengelii (Schwaegr.) Crum var. *stomatodonta* (Card.) Zand. Crum (1965).

Oxystegus tenuirostris (Hook. & Tayl.) A.J.E. Sm. var. *tenuirostris*. 2624, 5187. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; matorral. 2540-3370 m.

O. tenuirostris (Hook. & Tayl.) A.J.E. Sm. var. *gemmiparus* (Schimp.) Zand. 1828, 2430. Bosques de *Abies*; *Quercus*. 2635-3030 m.

O. tenuirostris (Hook. & Tayl.) A.J.E. Sm. var. *stenocarpus* (Thér.) Zand. Hno. Amable 1205; Zander (1982).

Phascum cuspidatum Hedw. 3523b. Matorral. 2430 m.

* *Pottia starkeana* (Hedw.) C.M. 3846. Matorral. 2500 m.

Rhexophyllum subnigrum (Mitt.) Hilp. 2222, 4605. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; matorral. 2500-3800 m.

Timmiella anomala (B.S.G.) Limpr. 3661, 4077. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; matorral. 2410-3200 m.

Tortella humilis (Hedw.) Jenn. C. Delgadillo 2094. 2240m.

T. tortuosa (Hedw.) Limpr. 2668, 4970. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Quercus*; matorral. 2420-2800 m.

Tortula amphidiacea (C.M.) Broth. 1688, 4739b. Bosques de *Abies*; *Quercus*; pino-encino; *Juniperus*; matorral. 2345-3030 m.

T. andicola Mont. 1412, 1992. Bosque de *Abies*; zacatonal alpino. 3700-4100 m. Disyunta entre México y oeste de Sudamérica.

* *T. aurea* Bartr. 2149, 4056. Bosque de *Juniperus*; matorral; pastizal. 2400-2800 m.

T. chisosa Magill, Delg. & Stark. 3459, 4742. Matorral. 2400-2620 m. Disyunta entre Norteamérica y Africa del Sur.

T. fragilis Tayl. 317, 5185. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; *Juniperus*; matorral; pastizal. 2250-3700 m.

T. leistoma Herz. J. Rzedowski 23474 (ENCB). Disyunta entre México y norte de Sudamérica.

T. obtusissima (C.M.) Mitt. 1514, 4695. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; *Juniperus*; matorral; pastizal; vegetación riparia. 2300-3050 m. Disyunta entre Norteamérica y norte de Sudamérica.

T. pagorum (Milde) De Not. 2159c, 3560. Bosques de *Quercus*; pino-encino; matorral; pastizal. 2370-2940 m.

* *T. papillosa* Wils. 3815b, 4739c. Bosques de *Pinus*; *Quercus*; *Juniperus*; matorral. 2400-3050 m.

T. polyseta (C.M.) Warnst. J. Rzedowski 25404, 25406. Orilla de arroyo. 4100 m. Disyunta entre México y Sudamérica.

T. quitoensis Tayl. 1400, 4011. Bosques de *Abies*; mesófilo; *Quercus*; matorral; pastizal. 2630-3700 m. Disyunta entre México y norte de Sudamérica.

T. rhizophylla (Sak.) Iwats. & Saito. R.H. Zander et al. T164, T181. Prados del Jardín Botánico (UNAM). 2240 m.

* *T. ruralis* (Hedw.) Gaertn., Meyer & Schreb. 3231, 4596. Bosque de *Pinus*; matorral.

Trichostomum brachydontium Bruch ex F. Muell. 1430, 3668. Bosques de *Abies*; *Pinus*; *Quercus*; pino-encino; *Juniperus*; matorral; pastizal. 2240-3050 m.

* *T. crispulum* Bruch ex F. Muell. 2284, 3389b. Bosques de *Pinus*; *Quercus*; matorral. 2400-2830 m.

Uleobryum curtisii I.G. Stone. 3865a. Bosque de *Quercus*. 2530 m. Disyunta entre México y Australia.

* *Weissia andersoniana* Zand. 3462, 3863. Bosque de *Quercus*; matorral. 2630-2640 m.

* *W. andrewsii* Bartr. 3268. Bosque de *Pinus*. 2750-2900 m.

W. condensa (Voit) Lindb. 1765, 2380. Bosque de *Quercus*; matorral. 2420-2700 m.

W. controversa Hedw. 3322, 3997. Bosques de *Abies*; *Quercus*. 2630-2900 m.

* *W. semidiaphana* (Thér.) Zand. C. Delgadillo 5625. Matorral. 2740 m. Endémica a México.

W. subangustifolia (Thér.) Zand. 3867, 3881. Bosque de *Quercus*. 2600 m. Endémica a México; sólo se conoce del Distrito Federal.

Las 79 especies y variedades citadas anteriormente representan 52% del total de Pottiaceae registrado (151 taxa) para el país; este porcentaje es muy alto si consideramos que el Valle de México sólo ocupa 7500 km^2. Los hábitats de estos musgos son similares

a los que ocupan en otras partes y están ampliamente distribuidos en todos los tipos de vegetación del área. El fondo del Valle de México tiene una altitud de 2230-2250 m y las partes montañosas circunvecinas alcanzan elevaciones de poco más de 5400 m; en este espectro altitudinal de más de 3000 m crecen diversas comunidades vegetales en las que las Pottiaceae son frecuentes. La mayoría de los taxa tienen amplia repartición en la República Mexicana y otras partes del mundo; se distinguen, además, dos grupos de especies que presentan una distribución peculiar: uno, representado por 11 especies disyuntas entre México y Sudamérica, Africa o Australia; el otro, con 6 taxa endémicos a México, uno de los cuales está restringido al Valle de México. Once especies se registran por primera vez para el área de estudio.

La presencia de numerosas especies de Pottiaceae en el Valle de México se puede atribuir a su marcada estacionalidad con una época seca prolongada, a la perturbación humana histórica y contemporánea que ha abierto espacios o ampliado los microhabitats, así como a características particulares de sus gametóforos. Estos últimos poseen adaptaciones a la sequía, resistencia al calor y radiación intensa que se manifiestan morfológicamente, por ejemplo, en la presencia de pelos hialinos en el ápice de las hojas o en la posición de las hojas sobre el tallo. La mayoría de las especies presentan las hojas torcidas, dobladas, crispadas o enrolladas a manera de un tubo en condición seca para reducir la superficie de exposición a la luz solar y para enfriar la hoja hasta en 5°C (Zander, 1993). Además, las Pottiaceae son poiquilohídricas por lo que sobreviven a la desecación y reanudan su metabolismo normal cuando retornan las condiciones húmedas. La mayoría son ectohídricas, es decir, toman libremente el agua por toda su superficie ya que carecen o tienen poco desarrollados los tejidos de conducción interna, aunque con frecuencia presentan tres sistemas capilares de conducción (cf. Proctor, 1979), a saber:

a) sistemas capilares entre órganos que incluyen los espacios entre las bases envainantes y las hojas,

b) sistemas capilares sobre los órganos que comprenden los espacios entre las papilas y pliegues que se encuentran sobre la superficie de las hojas y tallos, y

c) sistemas capilares entre estructuras internas.

Estos tres sistemas coexisten y se interconectan en las Pottiaceae. En algunas especies el tomento formado por los rizoides también funciona como almacenador y conductor de agua. Las papilas, que en las Pottiaceae son muy abundantes, se encuentran colocadas muy cerca unas de las otras formando canales capilares estrechos por donde circula el agua.

A continuación se presenta una clave de los géneros de Pottiaceae del Valle de México tomada y adaptada de un trabajo inédito del Dr. Richard H. Zander.

CLAVE PARA LOS GENEROS DE POTTIACEAE DEL VALLE DE MEXICO

1 Células foliares basales extendiéndose en los bordes hacia la parte superior como una área hialina en forma de V, bordes superiores planos .... *Tortella*

1 Células foliares basales diferenciadas uniformemente a través de la hoja o extendiéndose hacia arriba en las regiones medias, rara vez diferenciadas (si se extienden hacia las partes superiores, no son hialinas o los bordes superiores están estrechamente incurvados); bordes superiores incurvados, planos o recurvados.

2 Costa con filamentos sobre la superficie ventral.
3 Base foliar auriculada; lámina biestratificada cerca de la costa; filamentos presentes sobre la costa y sobre la porción biestratificada de la hoja los cuales terminan en una célula con un engrosamiento apical .... *Aloina*
3 Base foliar no diferenciada; lámina uniestratificada; filamentos restringidos a la costa y terminando en una célula de pared uniformemente delgada .... *Aloinella*
2 Costa sin filamentos, aunque a veces ventralmente se presenta un cojín de células combadas.
4 Hojas profundamente cóncavas, cortamente ovadas, en forma de cuchara.
5 Costa subpercurrente .... *Globulinella*
5 Costa cortamente excurrente .... *Acaulon*
4 Hojas planas a ampliamente acanaladas o aquilladas, a veces débilmente cóncavas o cuculadas en el ápice, lanceoladas, ovadas o linguladas.
6 Células foliares superiores combadas a mamilosas en la superficie ventral, débilmente convexas en la dorsal, a veces también papilosas en una o ambas superficies.
7 Lámina foliar superior biestratificada .... *Timmiella*
7 Lámina foliar superior uniestratificada.
8 Células foliares superiores por lo general cortamente rectangulares, convexas en ambas superficies pero más fuertemente así en la superficie ventral .... *Barbula*
8 Células foliares superiores redondeado cuadradas, fuertemente combadas en la superficie ventral, casi planas en la dorsal.
9 Costa cubierta ventralmente por células cuadradas; yemas ausentes .... *Neohyophila*
9 Costa cubierta ventralmente por células rectangulares; yemas frecuentes en las axilas de las hojas .... *Hyophila*
6 Células foliares superiores planas o igualmente convexas a combadas en ambas superficies, a veces papilosas.
10 Lámina foliar total o parcialmente biestratificada en la parte superior.
11 Hojas lanceoladas a ovadas; lámina superior completamente biestratificada o con porciones así.
12 Hojas con los bordes dentados .... *Rhexophyllum*
12 Hojas con los bordes enteros .... *Didymodon*
11 Hojas de varias formas, biestratificadas solamente en los bordes o en el extremo del ápice.
13 Plantas pardo rojizas en la base .... *Morinia*
13 Plantas verdes o amarillentas en la base.
14 Costa subpercurrente .... *Gymnostomum*
14 Costa percurrente a cortamente excurrente.
15 Hojas frecuentemente glaucas, con las bases débilmente diferenciadas en forma y areolación; células superiores con papilas usualmente grandes, planas y apretadas .... *Molendoa*

15 Hojas verdes oscuras, brillantes a opacas, con las bases ovadas, elípticas u oblongas, frecuentemente con las células basales diferenciadas; células superiores con papilas pequeñas, esparcidas y hemisféricas .... *Didymodon*

10 Lámina foliar completamente uniestratificada.

16 Costa en sección transversal con dos bandas estereidas, aunque a veces la ventral está pobremente desarrollada.

17 Plantas con las hojas inferiores pardo rojizas.

18 Células foliares superiores convexas en ambas superficies .... *Bryoerythrophyllum*

18 Células foliares superiores mamilosas en la superficie ventral, ligeramente convexas en la dorsal .... *Hyophila*

17 Plantas con las hojas inferiores amarillentas a pardas obscuras.

19 Borde foliar incurvado a involuto.

20 Plantas con las hojas fuertemente torcidas cuando secas, borde foliar superior fuertemente incurvado a involuto .... *Weissia*

20 Plantas con las hojas no torcidas fuertemente cuando secas, borde foliar superior plano a ampliamente incurvado .... *Trichostomum*

19 Borde foliar plano a recurvado.

21 Borde de la hoja plano en toda su longitud.

22 Hojas liguladas, serruladas en los bordes superiores por proyección de las paredes de las células y las papilas .... *Uleobryum*

22 Hojas lanceoladas, oblongas o liguladas (cuando liguladas, el tallo sin cordón central), enteras a dentadas.

23 Hojas dentadas en la parte superior; costa con la banda estereida ventral expuesta .... *Leptodontium*

23 Hojas enteras a levemente crenuladas en la parte superior; costa con la estereida ventral cubierta por una epidermis.

24 Plantas anuales; cápsulas cleistocárpicas.

25 Hojas liguladas; células foliares superiores con 1-3 papilas; células exoteciales combadas en el centro .... *Aschisma*

25 Hojas oblongo lanceoladas; células foliares superiores pluripapilosas; células exoteciales planas .... *Astomum*

24 Plantas perennes, cápsulas estegocárpicas.

26 Hojas con el ápice agudo a redondeado; costa terminando 2-5 células abajo del ápice.

27 Células foliares basales inflada .... *Gyroweissia*

27 Células foliares basales no infladas .... *Gymnostomum*

26 Hojas con el ápice agudo; costa percurrente a cortamente excurrente a manera de un mucrón.

28 Hojas usualmente agudas, borde superior plano, crenulado; tallos a veces sin cordón central .... *Oxystegus*

28 Hojas usualmente obtusas; borde superior plano a ampliamente incurvado; tallos con un cordón central .... *Trichostomum*

21 Borde de la hoja recurvado, al menos en la mitad inferior.

29 Costa en sección transversal sin epidermis ventral; tallos usualmente sin cordón central.

30 Células foliares más grandes y rectangulares en la porción media superior; papilas usualmente simples .... *Hymenostylium*

30 Células foliares superiores de tamaño y forma uniforme, papilas simples a bífidas o multífidas .... *Leptodontium*

29 Costa en sección transversal con epidermis ventral.

31 Células foliares superiores medias grandes y rectangulares; borde foliar generalmente recurvado en un lado .... *Hymenostylium*

31 Células foliares superiores uniformes en tamaño y forma; borde foliar generalmente recurvado en ambos lados.

32 Hojas oblongo liguladas a ovado lanceoladas; células basales fuertemente diferenciadas; células superiores con papilas compuestas o rara vez simples o ausentes .... *Barbula*

32 Hojas lanceoladas a largamente lanceoladas, ocasionalmente ovadas o liguladas: células basales pobremente diferenciadas; células superiores con papilas simples o ausentes, rara vez compuestas .... *Didymodon*

16 Costa en sección transversal con una banda estereida, usualmente la dorsal.
33 Bordes de la hoja espiralmente revolutos, con células de pared delgada .... *Barbula*
33 Bordes de la hoja débil a fuertemente revolutos, sin células de pared delgada.
34 Hojas con la costa amplia, hasta de 8 células de ancho en la mitad de la hoja, lateralmente espolonada .... *Didymodon*
34 Hojas con la costa estrecha, rara vez más de 6 células de ancho en la mitad de la hoja, sin proyecciones laterales.
35 Hojas fuertemente aquilladas; células superiores pequeñas, 7-9 µm de ancho; bordes usualmente planos .... *Anoectangium*
35 Hojas no aquilladas; células superiores grandes, 10-20 µm de ancho; bordes recurvados.
36 Plantas anuales, pequeñas; cápsulas inmersas o exsertas; opérculo y peristoma ausentes o el opérculo presente y los dientes del peristoma ausentes, rudimentarios o 16 dientes rectos e irregularmente divididos.
37 Opérculo ausente; caliptra lisa .... *Phascum*
37 Opérculo presente; caliptra escabrosa .... *Pottia*
36 Plantas perennes, pequeñas o grandes; cápsulas exsertas; opérculo presente; peristoma bien desarrollado, formado por 16 dientes divididos casí hasta la base o por 32 divisiones filiformes, ligera a fuertemente torcidas.
38 Costa percurrente, frecuentemente hacia el ápice con un cojín de células epidérmicas ventrales combadas; hojas bordeadas por células de pared lisa, rectangulares .... *Desmatodon*
38 Costa subpercurrente o percurrente a excurrente, plana o profundamente acanalada; hojas no bordeadas o claramente bordeadas por células diferenciadas en tamaño o color .... *Tortula*

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Claudio Delgadillo M. su apoyo en el trabajo de campo y la revisión crítica del manuscrito. El Dr. Richard H. Zander, Buffalo Museum of Science, autorizó el uso de una clave inédita de las Pottiaceae de México para su adaptación en el presente trabajo.

LITERATURA CITADA

Cárdenas S., A. 1987. Notas sobre la variación fenotípica y taxonomía de *Pleuridium* Brid. (Musci) en el Valle de México. Cryptogamie, Bryol. Lichénol. 8: 305-310.
Cárdenas S., A. 1988. Los musgos cleistocárpicos del Valle de México, México. Bryologist 91: 214-216.
Cárdenas S., A. 1989. Nuevos registros para la flora de musgos de México y del Valle de México. Anales Inst. Biol. UNAM, Ser. Bot. 58: 93-95.
Cárdenas S., A. y C. Delgadillo M. 1992. Los musgos de la Sierra de Alcaparrosa, México. Acta Bot. Mex. 17: 23-33.
Cárdenas S., A. y C. Delgadillo M. 1994. *Lorentziella imbricata* and *Oreoweisia delgadilloi* in Mexico. Bryologist 97: 85-86.
Crum, H. 1965. *Hyophilopsis*, a new genus of Pottiaceae. Bryologist 68: 68-71.
Delgadillo M., C. 1992. El banco de datos de los musgos neotropicales. Trop. Bryol. 6: 61-63.
Proctor, M. C. F. 1979. Structure and ecophysiological adaptation in bryophytes. In: Clarke, G. C. S. y J. G. Duckett (eds.). Bryophyte Systematics. Academic Press. Nueva York. pp. 479-509
Rzedowski, J. y G. C. de Rzedowski. 1979. Flora Fanerogámica del Valle de México. Vol. 1. CECSA. México, D.F. 402 pp.
Sharp, A. J., H. Crum y P. M. Eckel (eds.). 1994. The moss flora of Mexico. Mem. New York Bot. Gard. 69. 2 vols.
Zander, R. H. 1982. *Oxystegus tenuirostris* var. *stenocarpus* (Thér.) comb. nov. includes *Trichostomum spirale* Grout. Misc. Bryol. Lichénol. 9: 73.
Zander, R. H. 1978 [1979]. A synopsis of *Bryoerythrophyllum* and *Morinia* (Pottiaceae) in the New World. Bryologist 81: 539-560
Zander, R. H. 1993. Genera of Pottiaceae: mosses of harsh enviroments. Bull. Buffalo Soc. Natur. Sci. 32. 378 pp.
Zander, R. H. 1994. *Bryoerythrophyllum*. In: Sharp, A. J., H. Crum y P. M. Eckel (eds.). The moss flora of Mexico. Mem. New York Bot. Gard. 69: 273-283.

Acta Botánica Mexicana (1995), 33:63-79

BASES FILOSOFICAS DE LOS ANALISIS CLADISTICOS PARA LA INVESTIGACION TAXONOMICA[1]

EFRAIN DE LUNA

Instituto de Ecología
Apartado Postal 63
91000 Xalapa, Veracruz, México

RESUMEN

Los cambios significativos en la teoría sistemática originados por el uso amplio de métodos cladísticos no han llegado a la mayoría de los taxónomos de habla hispana. Esta contribución revisa tres aspectos de la relación entre la filosofía de la ciencia y la sistemática, basada en el examen de la literatura relevante: I) La ontología de los grupos naturales. Aquí se señala que la filosofía fenética está asociada con la visión ontológica que considera los grupos como "clases", mientras que la de la cladística es compatible con el concepto de taxa como "individuos". II) Bases para la clasificación. El debate acerca de estas bases se centra en la cuestión si todas las similitudes en sí mismas (enfoque fenético) o las homologías inferidas a partir de ciertas semejanzas especiales (enfoques evolucionista y cladístico) pueden usarse para construir una clasificación. III) La prueba de hipótesis. Las discusiones conciernen directamente a la índole científica de cada una de las tres principales escuelas de la sistemática. La doctrina fenética que pretende ser "neutral respecto a teorías" y la evolucionista, sin un sistema crítico para evaluar hipótesis, quedan eliminadas como "ciencia" bajo un punto de vista popperiano. La filosofía cladística es un programa científico robusto ya que incorpora un sistema explícito para la refutación de proposiciones a todos los niveles de análisis de caracteres y de cladogramas. En conclusión, se argumenta que la selección de una metodología para la clasificación no debe basarse en ventajas operativas, sino que debe ser una consecuencia de la elección previa de una posición ontológica.

ABSTRACT

This paper reviews three aspects of the relationship between systematics and philosophy, based on an examination of the relevant literature: I) Ontology of natural groups. It is pointed out that phenetic philosophy is associated with an ontological view that natural groups are "classes", whereas cladistic philosophy is compatible with a concept of taxa as "individuals". II) Bases for classification. The debate about these bases is whether all similarities by themselves (phenetic approach) or inferred homology based on special similarities (cladistic and traditional approaches) should be used to construct a classification. III) Hypothesis testing. This problem concerns directly the scientific status of each of the three main systematic approaches. The phenetic philosophy that claims being "theory neutral" and the traditional approach without a critical system to test hypothesis are elliminated as "scientific" under popperian criteria. Cladistic philosophy is a robust scientific program because it evolves an explicit and

[1] Con este trabajo se abre la opción de exponer temas selectos de puesta al día y de reflexión, sujetos a discusión, sin que ellos constituyan necesariamente una contribución original al conocimiento botánico (Nota de los editores).

rigorous system for hypothesis refutation at all levels of character and cladistic analysis. In conclusion, it is argued that the selection of an approach to systematics should not be based on operative advantages, but must be a consequence of selecting first an ontological position.

INTRODUCCION

En años recientes se ha generado una cantidad impresionante de cambios metodológicos y conceptuales en la clasificación biológica. Estos se han dado fundamentalmente en dos direcciones paralelas, una, en la tecnología y procedimientos para la obtención de datos, y otra en los conceptos y métodos para el análisis e interpretación de esta información. Por un lado, la disponibilidad de nuevas tecnologías ha permitido el muestreo de caracteres previamente no conocidos. Por ejemplo, a los rasgos morfológicos siguieron los de micromorfología sólo visibles mediante los microscopios electrónicos de barrido y de transmisión. Posteriormente se dispuso de datos citológicos, tales como conteos cromosómicos y, de información bioquímica, basada sobre todo en flavonoides, isoenzimas y secuencias de aminoácidos (Bisby et al., 1980; Ferguson, 1980; Grant, 1981; Grant, 1984); la tendencia reciente consiste en muestreos de secuencias de ácidos nucleicos (Dutta, 1986; Patterson, 1987; Soltis et al., 1992). Por otro lado, se han desarrollado nuevos procedimientos para el análisis de datos en la sistemática. Como alternativas a los enfoques evolucionistas (Mayr, 1969; Stuessy, 1990) se propusieron métodos fenéticos para la delimitación de taxa mediante criterios numéricos (Sneath y Sokal, 1973), así como los cladísticos para la valoración de caracteres homólogos y la definición de grupos monofiléticos (Hennig, 1966).

Aunque las nuevas formas de obtención de datos han vigorizado los estudios sistemáticos, son los cambios en los métodos de su análisis los que han tenido una influencia más significativa en la taxonomía. De hecho, los procedimientos de análisis, especialmente los cladísticos, también han influido en las bases conceptuales y metodológicas de otras áreas de la investigación biológica, particularmente de la ecología y la evolución (Brandon, 1978; Brooks y McLennan, 1991; Carpenter, 1989; Coddington, 1988; Felsenstein, 1985; Harvey y Pagel, 1991; Wanntorp et al., 1990).

Esta revolución conceptual iniciada con los métodos cladísticos ha revitalizado a la sistemática mediante la formalización de los procesos para la evaluación de hipótesis sobre caracteres y grupos taxonómicos (Cracraft, 1974; Felsenstein, 1983; Nelson, 1970; Wiley, 1981). Sin embargo, tal revitalización teórica y práctica aún no ha tenido eco en los estudios sistemáticos en Hispanoamérica, salvo las escasas excepciones de algunos investigadores sudamericanos como Cigliano, Crisci, Domínguez, Morrone y Schrochi (Llorente, com. pers.) y pocos mexicanos como Dávila, Dorado, Villaseñor y Sosa. Es difícil apreciar con claridad cuáles son las causas de esta situación. En parte podría ser la “resistencia” personal de los especialistas ya establecidos a cualquier nuevo procedimiento, sea éste para la colecta de datos o para su análisis. Otro factor podría ser la “inmunización” de los taxónomos jóvenes ante las discusiones sobre los nuevos métodos mediante la influencia de profesores y literatura convencional. También es posible que la “inaccesibilidad” física y lingüística a la literatura pertinente haya impedido la difusión y discusión tanto de la teoría cladística como de las ya numerosas aplicaciones disponibles que podrían servir como modelos para nuestros estudios sistemáticos (Bremer, 1987; Donoghue, 1983; Kellogg y Campbell, 1987).

En Hispanoamérica, ya sea por “resistencia”, “inmunización” o “inaccesibilidad”, la filosofía, los conceptos y los métodos cladísticos aún son mal entendidos o poco conocidos. Esta situación no ha estimulado a los taxónomos intelectualmente ávidos de cuestionar teorías y métodos, ni ha satisfecho a aquellos que desean aplicar procedimientos formales de análisis en sus estudios.

La presente revisión, primera de una serie, pretende resaltar el cambio filosófico que caracteriza la teoría y los métodos cladísticos. Se argumenta que tal giro permite reconocer el enfoque cladista como una alternativa robusta para la investigación taxonómica basada en una ontología “racionalista crítica y evolucionista”. Esto no quiere decir que existe una sola abstracción válida, porque desde el punto de vista de la filosofía tal argumento no podría sostenerse. Hay otras conceptualizaciones igualmente aceptables, por ejemplo, i) la aristotélica y creacionista de la taxonomía tradicional o linneana (ésta no será tratada en la presente discusión), ii) la convencionalista y esencialista de la escuela evolucionista o gradista, iii) la positivista y esencialista de la metodología fenética. Sin embargo, desde el punto de vista filosófico es posible argumentar y reconocer la debilidad o robustez relativa de cada conjunto de conceptos y teorías en competencia. Bajo esta perspectiva, se puede valorar que en comparación con los enfoques evolucionista y fenético, el cladístico es el único método sólido con una ontología evolutiva. En esta contribución se pretende mostrar que la teoría asociada al enfoque cladista es robusta cuando se examinan las discusiones sobre la naturaleza conceptual de los grupos naturales, las bases para la clasificación y la prueba de hipótesis.

Los argumentos en esta revisión corresponden al plano filosófico y no al metodológico ni empírico. Tales razonamientos acarrean su propia complejidad y aversión, por lo que las discusiones pueden fácilmente calificarse como obscuras, ininteligibles e incluso absurdas, particularmente si el significado de algunas palabras se percibe desde un punto de vista distinto al conceptual. Es por esto que, en lo posible, se usarán comillas para señalar aquellos términos que deben interpretarse en su sentido especial aceptado por los filósofos. Con tal aclaración de intención y contenido no se pretende ofender al lector informado, pero parece necesaria en vista de lo fácil que pudiera interpretarse equivocadamente el contenido de esta revisión, misma que presupone un conocimiento básico de términos de los métodos fenético y cladístico. Para quien se interese en seguir en detalle las discusiones que aquí se esbozan se recomienda la consulta directa de la literatura referida. De hecho, la presente contribución debe considerarse como una guía a esa literatura primaria. Incluso el examen somero del contenido de los volúmenes de revistas como Cladistics, Systematic Botany y Systematic Zoology (los números recientes ahora con el nombre de Systematic Biology) permite descubrir detalles de la secuencia temporal de las discusiones teóricas y la depuración de los conceptos y métodos en la taxonomía.

FILOSOFIA Y SISTEMATICA

La condición de la sistemática como ciencia no ha sido fácil de percibir ni de justificar, especialmente por el énfasis desequilibrado que muchos taxónomos han dado a los métodos usados para la colección de datos (morfológicos, bioquímicos, etc.) y no a los

de análisis (fenéticos, cladísticos). Es cierto que la sistemática es una disciplina que integra conocimientos diversos, por ejemplo, de la biología molecular, de la ultraestructura celular, de la ontogenia, de la morfología y de la ecología; por lo que se han desarrollado metodologías especializadas para obtener esta información (Davis y Heywood, 1965; Stace, 1989). Sin embargo, la atención y las discusiones sobre los procedimientos usados para el análisis de los datos es lo que realmente ha formalizado a la sistemática como ciencia (Bock, 1974; Hull, 1981, 1984, 1988; Humphries y Chappill, 1988; Kitts, 1977; Settle, 1979; Sober, 1984, 1988; Wiley, 1975). En esta sección se dan a conocer someramente los temas principales de tales argumentos filosóficos sobre métodos de análisis.

Los temas en cuestión se han agrupado en tres categorías que incorporan los aspectos conceptuales que deben ser considerados por todo taxónomo: grupos naturales, clasificación e hipótesis. Este acomodo constituye simplemente una forma práctica de ordenar la presente revisión. En cada categoría se contrastan las disyuntivas teóricas y las consecuencias metodológicas para el análisis de datos en la sistemática. Es imperativo que se reconozca que en cualquier enfoque que se practique (evolucionista, fenético o cladístico), la elección de un procedimiento particular de análisis está asociada a una posición ontológica particular. La mayoría de las veces los estudios taxonómicos se realizan sin percatarse de estas implicaciones filosóficas. Es responsabilidad del sistemático estar apercibido y hacer explícita tal asociación conceptual entre el método del que es usuario y el conjunto de conceptos y teorías del que es partidario. Debido a que es inevitable trabajar bajo una postura ontológica específica, es mejor seleccionar una de forma consciente, que inadvertidamente.

I) Grupos naturales: ¿“clases” o “individuos”?

La primera disyuntiva filosófica que un sistemático enfrenta es decidir cuál es el estado ontológico de las unidades biológicas de comparación, es decir, de los taxa a clasificar. El problema de las “clases naturales” es uno de los aspectos de abstracción que mayor influencia ha tenido en la sistemática. Las discusiones tanto de filósofos como de taxónomos se han polarizado hacia dos posiciones principales. En una de ellas, se propone que la realidad del universo está organizada en unidades que tienen existencia espacial y temporal determinada. Estas se han denominado “individuos” porque poseen características semejantes a las de los individuos reales, como por ejemplo, tienen un inicio, un desarrollo con cambios en su constitución y un fin. La presencia de este tipo de entidades se debe a procesos e interacciones que mantienen cohesividad entre los elementos incluidos. Consecuentemente un grupo natural conceptualizado así no puede definirse por un conjunto de características intrínsecas, porque éstas sufren transformaciones en el tiempo. Los “individuos” pueden descubrirse por conectores espacio-temporales, es decir, el estado del “individuo” en un momento y lugar particular está ligado a otro estado en otro tiempo y sitio por conexiones históricas y espaciales.

La posición filosófica alternativa propone que la realidad del universo está organizada en unidades que existen independientemente y sin restricción de límites temporales o espaciales. Estas unidades se han denominado “clases” y tienen características semejantes a las categorías reales. Una “clase” ontológica puede ser reconocida y definida por ciertos

atributos exclusivos. La inclusión y cohesividad de los elementos en una “clase” está dada por la condición necesaria de poseer los atributos exclusivos o una combinación de características esenciales que la definen (Ghiselin, 1966, 1969, 1981; Hull, 1976, 1978; Kitts, 1987; Mayr, 1988).

Una pregunta filosófica que como taxónomos debemos hacer en relación al estado ontológico de los taxa que clasificamos es: ¿estamos tratando con “individuos” o con “clases”? El enfoque cladístico de la sistemática está basado en una concepción “evolucionista” y es compatible con la abstracción de los taxa como “individuos”. Ontológicamente, los grupos monofiléticos se conciben en consecuencia como unidades discretas, es decir, restringidas en el espacio y en el tiempo; epistemológicamente pueden descubrirse mediante el patrón congruente de similitudes especiales transmitidas por herencia a todos los miembros del grupo. Tales semejanzas especiales que revelan la conexión histórica entre los organismos son las sinapomorfias. La existencia, continuidad y cohesividad de los elementos incluidos en estos taxa están en función de procesos biológicos (por ejemplo, aislamiento reproductivo) y no de la condición de que los elementos incluidos posean aquellos atributos que definen al grupo (Ghiselin, 1980; Griffiths, 1974; Hennig, 1966; Hull, 1978; Patterson, 1978; Platnick, 1977; Rieppel, 1986; Wiley, 1981).

En contraste, el enfoque de clasificación fenético es compatible con el concepto de que los taxa se consideran ontológicamente como “clases” (McNeill, 1979; Sneath, 1983; Sneath y Sokal, 1973). Epistemológicamente estos grupos pueden construirse mediante el patrón de similitud total entre los elementos incluidos. Este enfoque está basado en una ontología “esencialista”: los taxa pueden definirse en términos de la posesión de atributos intrínsecos, o por la combinación esencial de varios atributos. La construcción y definición de taxa no depende de descubrir la conexión histórica entre los organismos, ni de los procesos biológicos que contribuyen a su existencia, mantenimiento y cohesividad.

La posición filosófica implícita en el enfoque de la sistemática evolucionista (o gradista) es ambigua. Por un lado, algunos autores opinan que conceptualmente los taxa corresponden a “clases”, pero otros como Mayr (1969, 1976) han expresado que los taxa pueden ser considerados como “individuos”. Por otro lado, bajo una ontología “esencialista” (Hull, 1965) se recomienda metodológicamente reconocer grupos con base en la presencia de atributos que los definen (propiedad de “clases”) y en el grado de conexión histórica (propiedad de “individuos”) (Ashlock, 1979; Bock, 1977; Gingerich, 1979; Gould, 1980; Mayr, 1969, 1981; Michener, 1978; Simpson, 1961). Del mismo modo, la ambigüedad ontológica también es evidente entre los taxónomos que han seguido la sugerencia (Mayr, 1982; Stuessy, 1990) de combinar resultados de métodos fenéticos (patrón de similitud total) y cladísticos (grados de conexión histórica) como base para la clasificación. Igualmente imprecisa es la posición ontológica de los que han seguido la sugerencia de que la elección de métodos de análisis depende del nivel taxonómico, argumentando que los procedimientos cladísticos son apropiados para grupos muy inclusivos (familias, órdenes), pero que los métodos fenéticos son más idóneos a nivel de especie o de poblaciones (Duncan y Baum, 1981). La ambigüedad radica en que éstos últimos se conciben ontológicamente como “clases”, pero los más inclusivos (familias, órdenes) se conceptualizan como “individuos”.

II) Clasificación: ¿similitud o filogenia?

Otra disyuntiva filosófica en la sistemática es la de distinguir cuál es el conocimiento confiable como base para clasificar la diversidad biológica. Este problema conceptual está relacionado con los diferentes tipos de abstracción de la realidad del Universo. Es un cuestionamiento elemental de la filosofía de la ciencia y se ha discutido ampliamente bajo los rubros de "objetivismo", "racionalismo", "idealismo" y "realismo" (Angeles, 1981). Tales posiciones alternativas han influido sobre la concepción ontológica de la organización de la diversidad biológica, las semejanzas entre organismos y su origen histórico. Acorde con la teoría evolutiva (Eldredge y Cracraft, 1980; Futuyma, 1986; Vrba y Eldredge, 1984), los patrones de similitud son el resultado de descendencia común con el efecto de la modificación. Sin embargo, estos eventos evolutivos y las relaciones filogenéticas entre taxa hermanos son sucesos históricos únicos y por lo tanto, inaccesibles para su análisis directo.

Por un lado, la concepción "objetivista" para estudiar la naturaleza propone que sólo puede investigarse lo que puede descubrirse por la experiencia. El universo fuera de lo empírico yace en el mundo de las "ideas", no tiene realidad práctica, sólo la teórica, metafísica u ontológica. Desde el punto de vista del "objetivismo", el conocimiento científico se basa en la evidencia real, derivada de experiencias sensoriales. Además, el discernimiento genuino debe ser libre de, o "neutral respecto a teorías". Cualquier concepción abstracta de la naturaleza, es decir cualquier ontología de su estructura y organización no debe influir en la generación de conocimiento verdaderamente científico. Por otro lado, la concepción "realista" y "racionalista" propone que el Universo tiene existencia real más allá de lo empírico y puede conocerse independientemente de nuestra habilidad metodológica para estudiarlo directamente. El entendimiento auténtico puede obtenerse a partir de la evidencia empírica y también derivado de inferencias. Desde el punto de vista del "racionalismo", el conocimiento científico es un sistema de hipótesis o inferencias confiables en la medida que éstas se basan en ciertas teorías y se contrastan con la experiencia. Las teorías o concepciones ontológicas sobre la naturaleza, su estructura y categorías influyen en la interpretación de las observaciones y también regulan la eliminación de las proposiciones mediante su contraste y refutación sistemática.

Un problema filosófico en la taxonomía consiste por lo tanto en decidir qué conocimiento es aceptable, es decir, qué información debe usarse como base confiable para la clasificación biológica: las similitudes por sí solas o las inferencias sobre las relaciones filogenéticas. Todo sistemático debe enfrentarse al desafío de decidir qué significan las semejanzas y también debe cuestionarse si es factible y necesario elaborar hipótesis sobre las homologías y la monofilia para reconstruir la filogenia como base para la clasificación. La historia reciente de la sistemática se caracteriza por discusiones que han tratado de justificar dos posiciones conceptuales (Bock, 1974; Estabrook, 1972; Sneath, 1983).

Por un lado, el enfoque cladístico propone que las inferencias filogenéticas son factibles y necesarias como base para la clasificación. Las homologías, los grupos monofiléticos y las relaciones filogenéticas están fuera del dominio empírico, pero de acuerdo con la teoría evolutiva son "reales" y entonces pueden reconstruirse a partir del análisis de las similitudes heredables. Estos caracteres compartidos pueden verse como una ventana al pasado y, por lo tanto, deben interpretarse para elaborar hipótesis sobre

la filogenia (Cracraft, 1983; Farris, 1979; Hull, 1979). Tal posición filosófica como estrategia de la investigación en la sistemática propone el uso de inferencias relativas a las homologías, las sinapomorfias y los grupos monofiléticos como base para la clasificación. La congruencia entre las hipótesis independientes de las homologías y las relativas a las transformaciones de caracteres sinapomórficos son la base para las especulaciones concernientes a la filogenia (Humphries y Funk, 1984; Wiley, 1981; Wiley et al., 1991). Los taxónomos que utilizan el enfoque cladístico argumentan que las sinapomorfias y las hipótesis de filogenia pueden proponerse y examinarse mediante el principio de parsimonia (Beatty y Fink, 1979; Farris, 1983; Kluge, 1984; Sober, 1983a) logrando suficiente rigor metodológico como para usarlas en la construcción de clasificaciones. Tal enfoque se cataloga como histórico, pues la clasificación se deriva de las filogenias reconstruidas (Cracraft, 1974, 1983; Felsenstein, 1979, 1982).

Por otro lado, la filosofía de los procedimientos fenéticos propone que solamente las similitudes tienen existencia real. La filogenia no puede investigarse con certidumbre, únicamente cabe estudiar las semejanzas porque éstas pueden descubrirse y verificarse en forma empírica. Es decir, se concibe ontológicamente que sólo los caracteres compartidos constituyen conocimiento científico confiable y por lo tanto, son la única base justificada para la elaboración de la clasificación (Sneath, 1983). Esta posición conceptual como directriz en la búsqueda de una sistemática apropiada propone un objetivismo y empiricismo crudo: estudiar los caracteres sin recurrir a las interpretaciones de homología basadas en la teoría evolutiva. Los taxónomos que utilizan el enfoque fenético argumentan que no es factible ni necesario elaborar hipótesis filogenéticas para clasificar (Sneath y Sokal, 1973; Sokal, 1986). Por lo tanto, la clasificación se basa en la similitud total entre los taxa. A la escuela fenética se le califica como no-histórica o neutral, pues los métodos eliminan la necesidad de inferencias sobre las homologías y de la reconstrucción de las relaciones filogenéticas (Dunn y Everitt, 1982; Sneath, 1983; Sneath y Sokal, 1973). Algunos de sus proponentes opinan que tales especulaciones filogenéticas pueden hacerse *a posteriori* y únicamente tomando como base la clasificación fenética (Colless, 1971).

La filosofía del enfoque gradista o evolucionista combina los rasgos de una concepción “realista” de la organización de la diversidad biológica con los de una concepción “objetivista”. Tal combinación es implícita cuando se postula que las relaciones genealógicas existen, a la vez que se admite que las similitudes son lo único que puede investigarse empíricamente. Es decir, se concibe ontológicamente que las semejanzas pueden interpretarse como homologías para elaborar hipótesis sobre la filogenia, pero éstas por sí solas no pueden ser una base sólida para la clasificación, ya que no hay modo de examinar la verdad o falsedad de tales reconstrucciones históricas. Los taxónomos de esta escuela argumentan que los sistemas de clasificación deben construirse combinando hipótesis de relaciones evolutivas y grados de similitud (Bock, 1974; Mayr, 1969). Tal posición filosófica como estrategia de investigación en la sistemática propone el uso de inferencias sobre homología general (simplesiomorfias y sinapomorfias) como base para la clasificación. Desde el punto de vista operativo, tal base ecléctica que reune información sobre patrones de homología general e inferencias relativas a la filogenia es atractiva para muchos taxónomos. Su aceptación posiblemente se debe al equilibrio o compromiso metodológico entre el extremo fenético y el cladístico. Incluso, recientemente se han elaborado sugerencias para combinar explícitamente los resultados de análisis fenéticos

y cladísticos en la construcción de clasificaciones (Mayr, 1981, 1982). Tales procedimientos han sido presentados formalmente en lo que ahora se conoce como el enfoque "filético" (Stuessy, 1987, 1990).

III) Hipótesis: ¿verificación o refutación?

Otro escollo conceptual en la sistemática es el de justificar esta actividad como científica. El problema es reconocer cuáles elementos metodológicos deben estar presentes en lo que sería una "buena ciencia". Los filósofos admiten que son necesarias ciertas reglas en la búsqueda de conocimiento y construcción de inferencias. Sin embargo, las discusiones más significativas en el marco de la epistemología de la ciencia se han centrado en los métodos para la evaluación de hipótesis. Estas discusiones involucran fundamentalmente el análisis de la función de las observaciones en relación al examen de las inferencias. La mayoría de los autores han ofrecido dos enfoques alternativos sobre el papel de la evidencia en tal evaluación (Serrano, 1990). Por un lado, se ha argumentado que buena ciencia es la que corrobora hipótesis mediante la acumulación de datos para su "verificación". Tal calificación establece que toda proposición tiene que ser sujeta a comprobación para ser considerada científica; el investigador tiene que confirmar las conjeturas y para ésto ha de recurrir a la experiencia. En este sentido la "verificación" y la "objetividad" empírica de las proposiciones son esenciales en su validación como conocimiento científico (Andión et al., 1990; Bunge, 1969, 1989; Kuhn, 1962; Reichenbach, 1945, 1953).

Por otro lado, se ha argumentado que la ciencia filosóficamente aceptable es la que evalúa hipótesis mediante el uso de evidencia para su "refutación" o "falsación". El requerimiento epistemológico es que toda inferencia para ser considerada "científica" tiene que ser sometida a refutación mediante pruebas severas y sistemáticas. El investigador tiene que hacer lo imposible por falsear las proposiciones y para ésto ha de recurrir a la experiencia. El planteamiento es que la "falsabilidad" y la "objetividad" empírica de las hipótesis son esenciales no en su validación, sino en la justificación de la preferencia de una que aún no se ha refutado. En este sentido, la actividad científica no es otra cosa que una eliminación sistemática e indefinida de errores (Baudouin, 1991; Platt, 1964; Popper, 1959, 1963).

Los filósofos de la ciencia han reconocido que la relación entre observaciones y "contrastación" de hipótesis es asimétrica (Serrano, 1990). En tal evaluación es obvio que la acumulación de verificaciones no corrobora una inferencia definitivamente. En cambio, una sola "falsación", en principio, puede ser contundente para modificar o incluso para eliminar una proposición. Esta última postura conceptual sostiene que las hipótesis deben ser potencialmente "refutables" y el investigador debe adoptar una actitud de apertura a la crítica al comunicar e interpretar la evidencia generada. Los principios para guiar el proceso epistemológico de la refutación de inferencias se han resumido de la siguiente manera: i) identificar una "teoría" de la cual se deduce el sistema de hipótesis y enunciados, ii) proponer "conjeturas" explícitas que puedan ser criticadas, iii) presentar posibles observaciones o "experimentos cruciales" que potencialmente refutarían las proposiciones, iv) no abandonar una inferencia tan fácilmente (Popper, 1963). Consecuente con esta

posición ontológica popperiana se enfatiza que para hacer ciencia genuina no es importante resolver como construir y comprobar una hipótesis, sino descubrir empíricamente cómo refutarla y mejorarla.

Las discusiones recientes sobre la relación entre observaciones y "falsabilidad" de conjeturas han tenido una influencia profunda en la filosofía de la sistemática contemporánea. El problema es reconocer si cada enfoque particular, cladístico, fenético y gradista, está acreditado epistemológicamente como ciencia. La justificación ofrecida por varios autores es que la refutación potencial de inferencias es la clave para distinguir si un estilo particular de hacer sistemática es ciencia o no lo es (Kitts, 1980; Popper, 1963; Settle, 1979). Obviamente, las exposiciones sobre la teoría de los enfoques cladísticos, fenéticos y gradistas han tratado de justificar la existencia del criterio de falsabilidad o refutabilidad en los métodos propios de cada escuela para la evaluación de hipótesis filogenéticas (Bock, 1974, 1978; Cracraft, 1983; Hull, 1979; Sneath, 1983).

En opinión de varios filósofos (citados en Ruse, 1988; Settle, 1979) los procedimientos fenéticos carecen de fundamento ontológico robusto, porque no satisfacen los criterios popperianos de ciencia. Realmente es difícil encontrar en la literatura autores que defiendan y justifiquen la aplicación de criterios popperianos en estos procedimientos taxonómicos. En cambio, las críticas son numerosas y homogéneas en señalar que la principal debilidad de la filosofía de la escuela fenética es la aspiración de una objetividad pura y neutral respecto a teorías (Ruse, 1979; Settle, 1979). El criterio positivista de demarcación establece que una proposición es "científica" sólo si es verificable. Esto implicaría que las inferencias sobre homologías y relaciones filogenéticas no pueden aceptarse como hipótesis científicas porque no pueden ser verificadas empíricamente (Sneath, 1983). Muchos filósofos, a excepción de los positivistas, han criticado duramente esta posición y han argumentado que la pretensión de una objetividad pura y sin interferencia de teorías es ilusoria (Ruse, 1988). Precisamente tal intención de neutralidad respecto a teorías elimina el enfoque fenético como una buena filosofía científica de clasificación biológica, ya que el criterio popperiano de refutación de hipótesis hace referencia a una relación profunda entre teorías e interpretación de observaciones (Popper, 1959; Ruse, 1979; Settle, 1979).

La posición ontológica de la orientación cladística y gradista es robusta y en principio satisface los requerimientos popperianos de "buena ciencia" (Kitts, 1977, 1980; Ruse, 1979, 1988; Settle, 1979, 1981). Bajo estos criterios, se ha interpretado que las hipótesis filogenéticas y de clasificación derivadas en estos dos enfoques son potencialmente refutables, es decir, las observaciones empíricas (distribución de caracteres) que rechazarían una inferencia son posibles y entonces tales conjeturas califican como "científicas" (Felsenstein y Sober, 1986; Patterson, 1978, 1982; Ruse, 1979; Sober, 1983b, 1988). Sin embargo, epistemológicamente existen diferencias entre ambos enfoques, especialmente si se enfatiza la importancia de la lógica de argumentación y la apertura a la refutación potencial de hipótesis.

La escuela evolucionista carece de una metodología crítica para la evaluación de hipótesis sobre caracteres y grupos mediante la aplicación del principio de "falsabilidad". La mayoría de las veces, las inferencias se "inmunizan" al examen crítico. La protección se establece argumentando que tales conjeturas son válidas porque se basan en otros enunciados cuya validez ya se ha establecido *a priori*, o en otros presupuestos aceptados

convencionalmente (Gaffney, 1975; Wiley, 1975). En cambio, la taxonomía cladística es la que mejor ha incorporado los principios metodológicos del racionalismo crítico popperiano mediante la refutación de la hipótesis filogenética usada para establecer una clasificación. Tal proposición se pone a prueba mediante el examen de la distribución congruente de sinapomorfias. Consecuentemente, la filogenia que sobrevive a la prueba no es la mejor verificada, sino la menos refutada por la evidencia conflictiva de similitudes no homólogas. Esto significa que, entre varias especulaciones genealógicas, se prefiere la que requiere el menor número de proposiciones de homoplasia (Hull, 1983; Kitts, 1977; Platnick y Gaffney, 1978; Ruse, 1979; Wiley, 1975).

También se ha argüido que el enfoque evolucionista no es propiamente científico debido a los formatos, que con frecuencia no son explícitos, y a su “circularidad” lógica (Hull, 1967) en la argumentación de las hipótesis sobre caracteres, relaciones filogenéticas y grupos taxonómicos. Sin embargo, la forma en que se comunica una conjetura no puede ser factor para eliminarla como “pseudocientífica”, así como tampoco lo es la estructura lógica del proceso mismo de la generación de inferencias. El principio popperiano de “refutabilidad” únicamente requiere que una hipótesis científica debe ser configurada de tal manera que presente pruebas implícitas; esto es, en función de una teoría, debe predecir algo que potencialmente se puede observar (Wiley, 1981). Tal principio no impone requerimientos de estructura lógica en la generación de proposiciones. De hecho, las hipótesis no se pueden aceptar como genuinamente científicas por el solo atributo de ser elegantemente lógicas. De este modo, las inferencias sobre caracteres y grupos taxonómicos que se aceptarían como científicas (potencialmente refutables) pueden generarse inductivamente o formularse con base tan sólo en la experiencia y buena intuición del investigador (Brooks, 1981; Donoghue, 1987; Harper y Platnick, 1978; Kitts, 1977; Nelson, 1978).

CONCLUSIONES

La elección y la justificación de enfoques en sistemática no debe depender de los límites o ventajas operacionales de un método, sino que debe ser la consecuencia de elegir una posición ontológica bien definida. Si el objetivo es hacer investigación taxonómica con un fundamento filosófico “esencialista” en el que los grupos taxonómicos se consideran como “clases” y una base “objetivista”, donde únicamente las similitudes son conocimiento confiable porque pueden descubrirse y verificarse empíricamente, entonces se debe elegir o los procedimientos de la escuela gradista o los de la fenética. En cambio, si el objetivo es hacer investigación taxonómica con una ontología “evolutiva” (los grupos taxonómicos son como “individuos”) y “realista” (la filogenia existe más allá de lo empírico pero puede reconstruirse y las inferencias pueden refutarse empíricamente) entonces se debe elegir la taxonomía cladista. La costumbre de ofrecer talleres sobre la mecánica de los métodos fenéticos y cladísticos y la amplia disponibilidad de programas para estos análisis (NTSYS, PAUP, PHYLIP, HENNIG86, etc.) brindan fácilmente la oportunidad de experimentar la parte operacional de estas escuelas de clasificación. En cambio, el investigador no está igualmente expuesto a la influencia de posiciones filosóficas asociadas a cada alternativa metodológica, ya que ésto no es fácil de asimilar, especialmente en las fases tempranas

de nuestra formación como taxónomos. La presente revisión ha sido un modesto intento de influir en la elección de procedimientos de análisis mediante la exposición de las discusiones de temas filosóficos de mayor relevancia en sistemática.

Al elegir los métodos de análisis, todo investigador debe considerar bajo cuál marco conceptual se desea operar al clasificar la biodiversidad. Debido a que no es posible señalar una ontología como la correcta, entonces, para elegir una posición filosófica particular uno debe preguntar por ejemplo: ¿Cómo se concibe a las unidades biológicas de comparación: como entidades históricas ("individuos") o no-históricas ("clases")? ¿Cómo clasificar la diversidad biológica y qué tipo de información puede usarse: similitud o inferencias sobre homología? ¿Qué papel tiene la evidencia en relación a la filogenia como una hipótesis: verifica o refuta? Estos cuestionamientos son ineludibles, así como lo es tener una posición ontológica particular. Aun si se considera que se puede hacer taxonomía (evolutiva, fenética o cladísta) sin abordar estos aspectos conceptuales, o si se estima que tales aspectos discutidos aquí no deberían influir en la selección de una metodología sistemática, aún esta negación implica también una posición conceptual que debe ser justificada. Tampoco puede evitarse asociar una filosofía particular con la estrategia de combinar solo los aspectos meritorios de cada escuela en un enfoque ecléctico. Las ontologías alternativas implicadas en la negación y en el eclecticismo son débiles o ambiguas y no son recomendables para el ejercicio de la sistemática como ciencia. En consecuencia, sería más conveniente seleccionar de manera consciente una posición teórica correspondiente a uno de los tres enfoques, evolucionista, fenético, o cladístico, que elegir inadvertidamente la negación conceptual o el eclecticismo metodológico.

Las ontologías más robustas para la investigación taxonómica son las asociadas a los enfoques evolucionista y cladístico. La filosofía del método fenético es débil y no es recomendable según se desprende de la presente discusión de la naturaleza de los grupos naturales, las bases para la clasificación y la prueba de hipótesis. Es posible que en relación con otros aspectos conceptuales no examinados aquí, la ontología del enfoque fenético pudiera rescatarse como robusta. Tal argumentación es un trabajo que queda como un reto para los filósofos o taxónomos que prefieren la escuela fenética. Mientras tanto, aunque existe controversia si la concepción de grupos naturales como "clases" es robusta o no, muchos autores han indicado que la posición "positivista" y "neutral" respecto a teorías implícita en el estudio de las similitudes totales y en la verificación empírica de hipótesis elimina a esta escuela como una alternativa de investigación taxonómica. Básicamente la prescripción filosófica de la taxonomía fenética puede resumirse así: "si es difícil, no lo intente". Es cierto que la reconstrucción de la historia filogenética es difícil y que la buena intuición no basta, pero esto no es justificación para no intentar la inferencia de esos eventos históricos como base para la clasificación. Una opción para elaborar ese tipo de conjeturas es la escuela evolucionista, pero los problemas derivados de un sistema no abierto al examen y refutación de hipótesis filogenéticas inutiliza esta alternativa. Desde el punto de vista de los tres aspectos filosóficos examinados aquí, la única elección recomendable para el estudio de caracteres homólogos y grupos monofiléticos son los métodos cladísticos.

La posición conceptual del autor en relación con las tres preguntas básicas planteadas anteriormente es que ontológicamente las unidades biológicas de comparación son "individuos", por lo que epistemológicamente los grupos taxonómicos han de reconocerse por su historia común. La reconstrucción de las relaciones filogenéticas es

factible y debe ser la base para la clasificación, la cual tiene que presentarse asociada a un sistema de hipótesis sobre la homología de caracteres y grupos genealógicos. Estas conjeturas necesitan ser potencialmente refutables con observaciones sobre la distribución jerárgica de caracteres adicionales. Tal evaluación debe ser crítica y esto es posible mediante el principio de parsimonia inferencial para cuestionar el valor corroborativo de las observaciones (Beatty y Fink, 1979; Farris, 1983; Kluge, 1984; Sober, 1983b). Consecuente con esta posición, el autor en su programa de investigación ha elegido precisamente los procedimientos cladísticos, ya que estos permiten interpretar parsimoniosamente las homologías especiales (sinapomorfias) como evidencia para reconocer grupos monofiléticos y reconstruir las relaciones filogenéticas. Un punto a aclarar es que el autor no siguió la directriz que aquí mismo se está sugiriendo: “elige una posición ontológica y consecuentemente, selecciona un método”. La elección más bien estuvo influenciada por la interacción con otros taxónomos. A menudo la experiencia del director de tesis o la tradición de un grupo de trabajo es decisiva en la búsqueda de un método. La presión sociológica seguirá siendo un factor importante y difícil de reconocer y evitar (Hull, 1988). Pero aun así, es obvio que todavía existe la necesidad de justificar tal preferencia inicial o de ser necesario, corregir el rumbo.

Gracias al desarrollo de la filosofía y métodos cladísticos, la sistemática ha ganado credibilidad como ciencia. La posición ontológica del enfoque cladístico que considera los taxa como “individuos”, en conjunción con la filosofía popperiana de refutación y el examen riguroso de inferencias mediante el principio de parsimonia (no parsimonia como algoritmo para el cálculo de redes de longitud mínima, Farris, 1983) proveen una metodología científica para la investigación taxonómica basada en la teoría evolutiva (Vrba y Eldredge, 1984). Por un lado, la actitud extremadamente cautelosa y agnóstica del enfoque fenético y por otro lado, la actitud convencionalista y sin apertura al examen de inferencias en la escuela evolucionista habían impedido el progreso de la taxonomía como una disciplina científica crítica (Hull, 1965). Consecuente con estas dos posiciones, la investigación en sistemática parece haber sido guiada por la noción de que la credibilidad y robustez de la parte analítica dependía principalmente de la acumulación de datos, del tipo de caracteres y de la habilidad del investigador para interpretar el valor probatorio de los caracteres. Si la elaboración de floras y monografías no se percibía como “ciencia”, entonces, la única actividad del taxónomo considerada como científica había sido el uso de nuevos métodos para la acumulación de datos, por ejemplo, técnicas para determinación de isoenzimas y recientemente, para la secuenciación de ácidos nucleicos. Sin embargo, la verdadera credibilidad como ciencia ha sido ganada debido a los avances en el área analítica de la sistemática propiciados por el uso cada vez más amplio de procedimientos cladísticos. Estos métodos se están aplicando para el análisis de cualquier tipo de datos (morfología, anatomía, secuencias de ácidos nucleicos) en la clasificación de un número cada vez más diverso de organismos.

Finalmente se debe destacar que para el desarrollo sólido de la sistemática hacia el futuro será necesario incorporar en nuestros estudios taxonómicos tanto los nuevos tipos de datos como los nuevos métodos de análisis. Es decir, las investigaciones no pueden calificarse como modernas únicamente porque se basan en técnicas recientes para la obtención de observaciones (secuencias de ácidos nucleicos, etc.). La posición del autor es que *a priori*, todos los tipos de caracteres son igualmente valiosos por lo menos en algún

nivel taxonómico. El punto a resaltar es que la sistemática actual no sólo debe consistir en recaudar información mediante tecnología de punta, sino que es especialmente importante que se examine el tipo de análisis al que se someten los datos. Los trabajos monográficos y la elaboración de floras son definitivamente importantes y deberán continuarse y promoverse. Sin embargo, como parte de estos estudios taxonómicos deberán estimularse con igual apoyo económico, por un lado, la incorporación de caracteres distintos a los morfológicos, y por otro lado, la aplicación de métodos cladísticos. En este aspecto analítico, existen muy pocas contribuciones metodológicas en la literatura sistemática hispanoamericana (Crisci y López, 1983; Llorente, 1989; Schrochi y Domínguez, 1992; Villaseñor y Dávila, 1992) que han sugerido la interpretación de datos taxonómicos con un enfoque filogenético. Los estudios basados en el análisis cladístico de datos morfológicos o moleculares y las discusiones metodológicas y filosóficas deben estimularse en igual grado para un desarrollo equilibrado de la sistemática moderna en Hispanoamérica.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dolores González, Teresa Mejía, Nisao Ogata y Victoria Sosa (Sistemática Vegetal, Instituto de Ecología) por sus sugerencias iniciales a una versión ancestral de esta revisión. También agradezco a dos revisores anónimos sus incisivas críticas al manuscrito en su primera fase de revisión. Especialmente, agradezco los comentarios y puntos de vista de Alfredo Bueno del Museo de Zoología y David Espinosa del Herbario (ambos de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM, México), Jorge Llorente del Museo de Zoología (Facultad de Ciencias, UNAM, México), así como de Nelson Papavero del Instituto de Estudos Avançados y Dalton De Souza de la Facultad de Ciencias y Letras Riberâo Preto (ambos de la Universidad de Sao Paulo, Brasil). Sus aclaraciones conceptuales y sugerencias fueron de gran utilidad para mejorar este manuscrito. Sin embargo, esto no significa que los revisores comparten todos los puntos de vista expresados aquí. En la penúltima fase, agradezco al Comité Editorial los cambios sugeridos en la redacción y el uso de términos. Finalmente, un revisor anónimo ayudó a subsanar mis persistentes problemas de cacofonías. El apoyo económico otorgado por el Instituto de Ecología, A.C. con cuenta 902-14 permitió la elaboración de este trabajo.

LITERATURA CITADA

Andión G., M., W. Beller y H. Dietrich. 1990. Guía de investigación científica. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco y Ediciones de Cultura Popular. México, D.F. 108 pp.

Angeles, P. A. 1981. Dictionary of philosophy. Barnes & Noble. Nueva York. 326 pp.

Ashlock, P. D. 1979. An evolutionary systematist's view of classification. Systematic Zoology 28: 441-450.

Baudouin, J. 1991. Karl Popper. Colección: ¿Qué sé? La orientación del pensamiento de la modernidad. Publicaciones Cruz, S.A. México, D.F. 112 pp.

Beatty, J. y W. L. Fink. 1979. Review of “Simplicity” by Elliot Sober. Systematic Zoology 28: 643-651.

Bisby, F. A., J. G. Vaughn y C. A. Wright (eds.). 1980. Chemosystematics: principles and practices. Academic Press. Nueva York. 320 pp.

Bock, W. J. 1974. Philosophical foundations of classical evolutionary classification. Systematic Zoology 22: 375-392.
Bock, W. J. 1977. Foundations and methods of evolutionary classification. In: Hecht, M. K., P. C. Goody y B. M. Hecht (eds.). Major patterns in vertebrate evolution. Plenum. Nueva York. pp. 851-895.
Bock, W. J. 1978. Comments on classifications as historical narratives. Systematic Zoology 27: 362-364.
Brandon, R. R. 1978. Adaptation and evolutionary theory. Studies in the history and the philosophy of science 9: 181-206.
Bremer, K. 1987. Tribal interrelationships of the Asteraceae. Cladistics 3: 210-253.
Brooks, D. R. 1981. Classification as languages of empirical comparative biology. In: Funk, V. A. y D. R. Brooks (eds.). Advances in cladistics. New York Botanical Garden. Nueva York. pp. 61-70.
Brooks, D. R. y D. McLennan. 1991. Phylogeny, ecology, and behavior. University of Chicago Press. Chicago. 434 pp.
Bunge, M. 1969. La investigación científica. Ediciones Ariel. Barcelona. 175 pp.
Bunge, M. 1989. La ciencia, su método y su filosofía. Siglo Veinte, Nueva Imagen. México, D.F. 99 pp.
Carpenter, J. M. 1989. Testing scenarios: wasp social behavior. Cladistics 5: 131-144.
Coddington, J. A. 1988. Cladistic tests of adaptational hypothesis. Cladistics 4: 3-22.
Colless, D. H. 1971. The phenogram as an estimate of phylogeny. Systematic Zoology 19: 352-362.
Cracraft, J. 1974. Phylogenetic models and classification. Systematic Zoology 23: 71-90.
Cracraft, J. 1983. The significance of phylogenetic classifications for systematic and evolutionary biology. In: Felsenstein, J. (ed.). Numerical taxonomy. Springer-Verlag. Berlin. pp. 1-17.
Crisci, J. V. y M. F. López. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 132 pp.
Davis, P. H. y V. H. Heywood. 1965. Principles of angiosperm taxonomy. P. Van Nostrand Co. Inc. Princeton.
Donoghue, M. J. 1983. A preliminary analysis of phylogenetic relationships in *Viburnum* (Caprifoliaceae s.l.). Systematic Botany 8: 45-58.
Donoghue, M. J. 1987. Experiments and hypothesis in systematics. Taxon 36: 584-587.
Duncan, T. y B. R. Baum. 1981. Numerical phenetics: its uses in botanical systematics. Annual Review of Ecology and Systematics 12: 387-404.
Dunn, G. y B. S. Everitt. 1982. An introduction to mathematical taxonomy. Cambridge University Press. Cambridge. 152 pp.
Dutta, S. K. 1986. DNA systematics. CRC Press. Boca Raton. 165 pp.
Eldredge, N. y J. Cracraft. 1980. Phylogenetic patterns and the evolutionary process. Columbia Univ. Press. Nueva York. 349 pp.
Estabrook, G. F. 1972. Cladistic methodology: a discussion of the theoretical basis for the induction of evolutionary history. Annual Review of Ecology and Systematics 3: 427-456.
Farris, J. S. 1979. On the naturalness of phylogenetic classification. Systematic Zoology 28: 200-214.
Farris, J. S. 1983. The logical basis of phylogenetic analysis. In: Platnick, N. I. y V. A. Funk (eds.). Advances in cladistics. Columbia University Press. Nueva York. pp. 7-36.
Felsenstein, J. 1979. Alternative methods of phylogenetic inference and their interrelationships. Systematic Zoology 28: 49-61 .
Felsenstein, J. 1982. Numerical methods for inferring evolutionary trees. Quarterly Review of Biology 57: 127-141.
Felsenstein, J. 1983. Methods for inferring phylogenies: a statistical view. In: Felsenstein, J. (ed.). Numerical taxonomy. Springer-Verlag. Berlin. pp. 315-334.
Felsenstein, J. 1985. Phylogenies and the comparative method. American Naturalist 125: 1-15.
Felsenstein, J. y E. Sober. 1986. Parsimony and likelihood: an exchange. Systematic Zoology 35: 617-626.

Ferguson, A. 1980. Biochemical systematics and evolution. J. Wiley & Sons. Nueva York. 220 pp.
Futuyma, D. J. 1986. Evolutionary biology. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. 600 pp.
Gaffney, E. S. 1975. A phylogeny and classification of the higher categories of turtles. Bulletin of the American Museum of Natural History 155: 391-436.
Ghiselin, M. T. 1966. An application of the theory of definitions to taxonomic principles. Systematic Zoology 15: 127-130.
Ghiselin, M. T. 1969. The distinction between similarity and homology. Systematic Zoology 18: 148-149.
Ghiselin, M. T. 1980. Natural kinds and literary accomplishments. The Michigan Quarterly Review 19(1): 73-88.
Ghiselin, M. T. 1981. Categories, life and thinking. Behaviour and Brain Science 4: 269-313.
Gingerich, P. D. 1979. Paleontology, phylogeny, and classification: an example from the mammalian fossil record. Systematic Zoology 28: 451-464.
Gould, S. J. 1980. The promise of paleobiology as a nomothetic, evolutionary discipline. Paleobiology 6: 96-118.
Grant, V. 1981. Plant speciation. Columbia University Press. Nueva York. 322 pp.
Grant, W. F. (ed.). 1984. Plant biosystematics. Academic Press. Londres. 571 pp.
Griffiths, G. C. D. 1974. On the foundations of biological systematics. Acta Biotheoretica 23: 85-131.
Harper, C. W. J. y N. I. Platnick. 1978. Phylogenetic and cladistic hypothesis: a debate. Systematic Zoology 27: 354-362.
Harvey, P. H. y M. D. Pagel. 1991. The comparative method in evolutionary biology. Oxford University Press. Oxford. 239 pp.
Hennig, W. 1966. Phylogenetic systematics. University of Illinois Press. Urbana. 261 pp.
Hull, D. L. 1965. The effect of essentialism on taxonomy - two thousand years of stasis. British Journal of Philosophy of Science 15: 314-326.
Hull, D. L. 1967. Certainty and circularity in evolutionary taxonomy. Evolution 21: 174-189.
Hull, D. L. 1976. Are species really individuals? Systematic Zoology 25: 174-191.
Hull, D. L. 1978. A matter of individuality. Philosophy of Science 45: 335-360.
Hull, D. L. 1979. The limits of cladism. Systematic Zoology 28: 416-440.
Hull, D. L. 1981. The principles of biological classification: The use and abuse of philosophy. Philosophy of Science Association 1978 (2): 130-153.
Hull, D. L. 1983. Karl Popper and Plato's metaphor. In: Platnick, N. I. y V. A. Funk (eds.). Advances in cladistics. Columbia University Press. Nueva York. pp. 177-189.
Hull, D. L. 1984. Cladistic theory: hypothesis that blur and grow. In: Duncan, T. y T. F. Stuessy (eds.). Cladistics: perspectives on the reconstruction of evolutionary history. Columbia University Press. Nueva York. pp. 5-23.
Hull, D. L. 1988. Science as a process. An evolutionary account of the social and conceptual development of science. University of Chicago Press. Chicago. 586 pp.
Humphries, C. J. y J. A. Chappill. 1988. Systematics as science: a response to Cronquist. Botanical Review 54: 129-144.
Humphries, C. J. y A. F. Funk. 1984. Cladistic methodology. In: Heywood, V. H. y D. M. Moore (eds.). Current concepts in plant taxonomy. Academic Press. Londres. pp. 323-362.
Kellogg, E. A. y C. S. Campbell. 1987. Phylogenetic analysis of the Gramineae. In: Soderstrom, T. R., K. W. Hilu, C. S. Campbell y M. E. Barkworth (eds.). Grass systematics and evolution. Smithsonian Inst. Press. Washington, DC. pp. 310-322.
Kitts, D. B. 1977. Karl Popper, verifiability, and systematic zoology. Systematic Zoology 26: 185-194.
Kitts, D. B. 1980. Theories and other scientific statements: a reply to Settle. Systematic Zoology 29: 190-192.
Kitts, D. B. 1987. Plato on kinds of animals. Biology and Philosophy 2: 315-328.

Kluge, A. G. 1984. The relevance of parsimony to phylogenetic inference. In: Duncan, T. y T. F. Stuessy (eds.). Cladistics: perspectives on the reconstruction of evolutionary history. Columbia University Press. Nueva York. pp. 24-38.
Kuhn, T. S. 1962. The structure of scientific revolutions. Chicago University Press. Chicago. 319 pp.
Llorente, J. 1989. Algunas ideas de la teoría sistemática contemporánea: conceptos del cladismo. Ciencias, número especial 3: 74-87.
Mayr, E. 1969. Principles of systematic zoology. McGraw-Hill. Nueva York. 457 pp.
Mayr, E. 1976. Is the species a class or an individual? Systematic Zoology 25: 192.
Mayr, E. 1981. Biological classification: toward a synthesis of opossing methodologies. Science 214: 510-516.
Mayr, E. 1982. The growth of biological thought. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 974 pp.
Mayr, E. 1988. A response to David Kitts. Biology and Philosophy 2: 97-98.
McNeill, J. 1979. Purposeful phenetics. Systematic Zoology 28: 465-482.
Michener, C. D. 1978. Dr. Nelson on taxonomic methods. Systematic Zoology 27: 112-118.
Nelson, G. 1970. Outline of a theory of comparative biology. Systematic Zoology 19: 373-384.
Nelson, G. 1978. Classification and prediction: a reply to Kitts. Systematic Zoology 27: 216-218.
Patterson, C. 1978. Verifiability in systematics. Systematic Zoology 27: 218-222.
Patterson, C. 1982. Classes and cladists or individuals and evolution. Systematic Zoology 31: 284-286.
Patterson, C. (ed.). 1987. Molecules and morphology in evolution: Conflict or compromise. Cambridge University Press. Cambridge. 229 pp.
Platnick, N. I. 1977. Cladograms, phylogenetic trees, and hypothesis testing. Systematic Zoology 26: 438-442.
Platnick, N. I. y E. S. Gaffney. 1978. Systematics and the popperian paradigm. Systematic Zoology 27: 381-388.
Platt, J. R. 1964. Strong inference. Science 146: 347-353.
Popper, K. R. 1959. The logic of scientific discovery. Harper & Row. Nueva York. 451 pp.
Popper, K. R. 1963. Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge. Harper & Row. Nueva York. 513 pp.
Reichenbach, H. 1945. Objetivos y métodos del conocimiento físico. El Colegio de México, México, D.F. 91 pp.
Reichenbach, H. 1953. La filosofía de la ciencia. Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 123 pp.
Rieppel, O. 1986. Species are individuals. A review and critique of the argument. Evolutionary Biology 20: 283-317.
Ruse, M. 1979. Falsifiability, consilience, and systematics. Systematic Zoology 28: 530-536.
Ruse, M. 1988. Philosophy of biology today. State University of New York Press. Nueva York. 155 pp.
Schrochi, G. J. y E. Domínguez. 1992. Introducción a las escuelas de sistemática y biogeografía. Presidencia de la Nación, Secretaría de Ciencia y Técnica, Tucumán.
Serrano, J. A. 1990. Filosofia de la ciencia. Editorial Trillas, México, D.F. 297 pp.
Settle, T. 1979. Popper on “when is a science not a science”. Systematic Zoology 28: 521-529.
Settle, T. 1981. Kitts on Popper: a reply. Systematic Zoology 30: 200-202.
Simpson, G. G. 1961. Principles of animal taxonomy. Columbia University Press. Nueva York. 520 pp.
Sneath, P. H. A. 1983. Philosophy and method in biological classification. In: Felsenstein, J. (ed.). Numerical taxonomy. Springer-Verlag. Berlin. pp. 22-37.
Sneath, P. H. A. y R. R. Sokal. 1973. Numerical taxonomy, the principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman & Co. San Francisco. 573 pp.
Sober, E. R. 1983 a. Parsimony methods in systematics. In: Platnick, N. I. y V. A. Funk (eds.). Advances in cladistics. Columbia University Press. Nueva York. pp. 37-47.
Sober, E. R. 1983 b. Parsimony in systematics: philosophical issues. Annual Review of Ecology and Systematics 14: 335-357.

Sober, E. R. 1984. Common cause explanation. Philosophy of Science 51: 212-233.
Sober, E. R. 1988. Reconstructing the past. Parsimony, evolution and inference. The Massachusetts Institute of Technology Press. Cambridge, Massachusetts. 265 pp.
Sokal, R. R. 1986. Phenetic taxonomy: Theory and methods. Annual Review of Ecology and Systematics 17: 423-442.
Soltis, P. S., D. E. Soltis y J. J. Doyle (eds.). 1992. Molecular systematics of plants. Chapman & Hall. Nueva York. 434 pp.
Stace, C. A. 1989. Plant taxonomy and biosystematics. Edward Arnold. Londres. 264 pp.
Stuessy, T. F. 1987. Explicit approaches for evolutionary classification. Systematic Botany 12: 251-262.
Stuessy, T. F. 1990. Plant Taxonomy. The systematic evaluation of comparative data. Columbia University Press. Nueva York. 514 pp.
Villaseñor, J. L. y P. Dávila. 1992. Breve introducción a la metodología cladística. Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 48 pp.
Vrba, E. S. y N. Eldredge. 1984. Individuals, hierarchies and processes: towards a more complete evolutionary theory. Paleobiology 10: 146-171.
Wanntorp, H. E., D. R. Brooks, T. Nilsson, S. Nylin, F. Ronquist, S. C. Stearns y N. Wedell. 1990. Phylogenetic approaches in ecology. Oikos 57: 119-132.
Wiley, E. O. 1975. Karl Popper, systematics, and classification: a reply to Walter Bock and other evolutionary taxonomists. Systematic Zoology 24: 233-243.
Wiley, E. O. 1981. Phylogenetics. The theory and practice of phylogenetic systematics. John Wiley & Sons. Nueva York. 439 pp.
Wiley, E. O., D. Siegel-Causey, D. R. Brooks y V. A. Funk. 1991. The compleat cladist. A primer of phylogenetic procedures. The University of Kansas. Lawrence. 158 pp.

Acta Botánica Mexicana (1995), 33:81-86

NUMEROS CROMOSOMICOS DE CUATRO ESPECIES DE *COSTUS* (COSTACEAE), UNA DE *CALATHEA*, UNA DE *MARANTA* Y UNA DE *STROMANTHE* (MARANTACEAE)

Andrew P. Vovides

y

Maite Lascurain

Instituto de Ecología, A.C.
Apartado Postal 63
91000 Xalapa, Veracruz

RESUMEN

Se hicieron recuentos cromosómicos de las siguientes especies: *Costus pictus*, *C. scaber* y *C. pulverulentus* tienen todos $2n = 18$; *Costus dirzoi* $2n = 27, 28$; *Calathea ovandensis* $2n = 25$; *Maranta gibba* $2n = 40$ y *Stromanthe macrochlamys* $2n =$ ca. 60, ca. 63. Nuestras observaciones sobre *Costus* hacen pensar en la probable existencia de una serie poliploide, siendo triploide la recién descrita *C. dirzoi*.

ABSTRACT

Chromosome counts of the following species were done: *Costus pictus*, *C. scaber* and *C. pulverulentus* all have $2n = 18$; *Costus dirzoi* $2n = 27, 28$; *Calathea ovandensis* $2n = 25$; *Maranta gibba* $2n = 40$ and *Stromanthe macrochlamys* $2n =$ ca. 60, ca. 63. Observations on *Costus* lead us to consider the probable existence of a polyploid series, with the recently described *C. dirzoi* being triploid.

INTRODUCCION

Existen cuatro géneros y alrededor de 150 especies pantropicales en la familia Costaceae. El género más grande es *Costus*, con unas 100 especies; en México está representado por seis, distribuidas principalmente en el sureste de la República (Kress, 1990; Maas, 1972; Vovides, 1993, 1994). Se conocen 32 géneros y 525 especies de la familia Marantaceae a nivel mundial (Kennedy, com. pers.), la mayoría de América tropical (Heywood, 1993). De México se citan 5 géneros con alrededor de 15 especies. Hasta la fecha existen pocos trabajos citotaxonómicos de ambas familias (Andersson, 1981).

Los números cromosómicos somáticos previamente registrados para especies del género *Costus* son: $2n = 16, 18, 36, 27$ y 102 (Boem, 1931; Maas, 1972; Mahanty, 1970; Sato, 1960); para *Calathea*: $2n = 8, 16, 18, 22, 24, 26, 27$ y 52 (Mahanty, 1970; Sato, 1948, 1960); para *Maranta*: $2n = 8, 12, 18, 24, 26, 28, 32, 33, 48$ y 52 (Moore, 1973; Sato, 1960) y para *Stromanthe*: $2n = 18, 22, 36$ y 48 (Sato, 1960).

De acuerdo con Raven (1975), el número básico x = 7 es común a las familias de los órdenes o subórdenes Alismatales, Poales y Zingiberales. Esta información coincide con la observada para la clase Magnoliiflorae, considerada como primitiva y que presenta el número básico ancestral de las angiospermas (Dahlgren et al., 1985). Dentro del orden Zingiberales, existe una variación en el número cromosómico básico ya que se ha establecido x = 4, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17 y 26 (Dahlgren et al., 1985). El significado de la variación cromosómica fue discutido por Mahanty (1970) y Sato (1960).

El pequeño tamaño de los cromosomas y la variación en el número podría deberse a la existencia de cromosomas con satélites (constricciones secundarias) o cromosomas B, los cuales son difíciles de distinguir de los ordinarios (A) (Andersson, com. pers.).

En el presente trabajo se presentan por primera vez los números cromosómicos de: 1.- *Calathea ovandensis* Matuda; 2.- *Costus dirzoi* García-Mend. & Ibarra-Manríquez; 3.- *Maranta gibba* Sm. y 4.- *Stromanthe macrochlamys* (Wood & Standl.) Kennedy & Nicolson. Asimismo se obtuvieron los números cromosómicos diploides para: 5.- *Costus scaber* Ruiz & Pavón; 6.- *Costus pictus* D. Don, y 7.- *Costus pulverulentus* Presl, de los cuales existen registros previos (Cuadro 2). La distribución de las especies estudiadas se presenta en la figura 1.

METODOLOGIA

Se obtuvieron ejemplares vivos de las distintas especies a estudiar en diversas localidades de los estados de Veracruz y Tabasco, mismos que fueron establecidos y cultivados en el Jardín Botánico Fco. J. Clavijero ubicado cerca de Xalapa, Veracruz. Los números de acceso de los ejemplares y números de colector se enlistan en el Cuadro 1. El material de respaldo se encuentra depositado en el herbario XAL.

Cuadro 1. Individuos usados para conteos enlistados por su número de acceso al Jardín Botánico y número de colecta, depositados en (XAL).

ESPECIE	NUM. DE ACCESO	NUM. DE COLECTOR
Calathea ovandensis	92-225	H. O. Rivera 102
Costus dirzoi	82-277	G. Pattison 217
C. pictus	84-056	M. Nee s/n
C. pulverulentus	85-049	C. Delfín 19
C. scaber	82-279	G. Pattison 219
Maranta gibba	92-226	M. Lascurain 200
Stromanthe macrochlamys	92-227	H. O. Rivera 1025

Las localidades de colecta de los ejemplares revisados son:

1. *Calathea ovandensis* Matuda, procedente de La Maquinaria, municipio Amatlán de los Reyes, Ver., localizada en vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

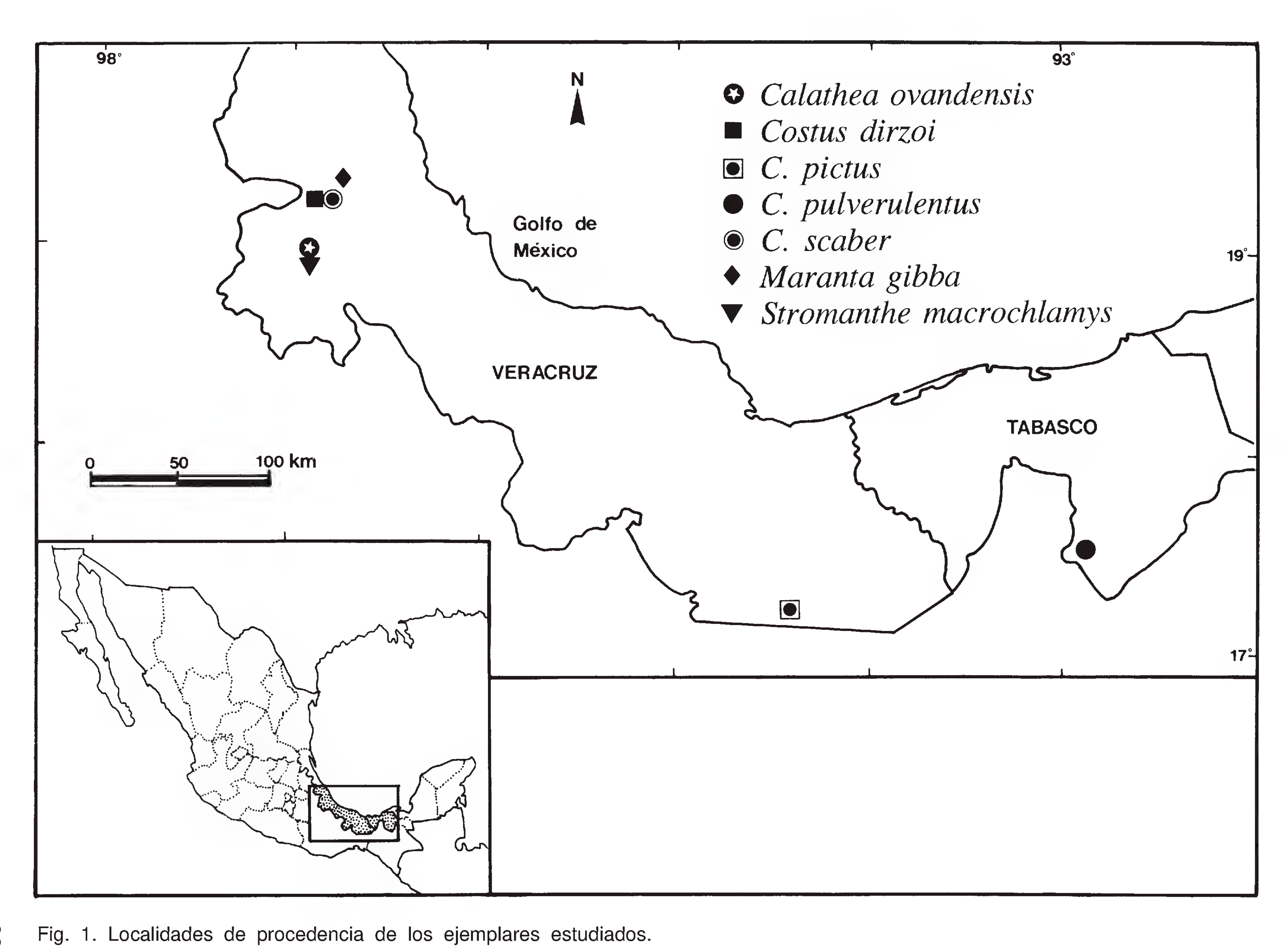


Fig. 1. Localidades de procedencia de los ejemplares estudiados.

2. *Costus dirzoi* García-Mend. & Ibarra-Manríquez, originaria de la Barranca del Coyotito, municipio Tenampa, Ver., en vegetación transicional entre bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia.

3. *Maranta gibba* Sm., proveniente de la barranca de Acapan, del municipio de Jalcomulco, Ver., en vegetación riparia adyacente a un cultivo de mango.

4. *Stromanthe macrochlamys* (Wood & Standl.) Kennedy & Nicolson, colectada en El Nacimiento, muncipio Amatlán de los Reyes, Ver., en vegetación secundaria de selva mediana subcaducifolia.

5. *Costus scaber* Ruiz & Pavón, procedente de la Barranca del Coyotito, municipio Tenampa, Ver., en vegetación transicional entre bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia.

6. *Costus pictus* D. Don, originaria del ejido Agustín Melgar, municipio Hidalgotitlán, Ver., en selva alta perennifolia.

7. *Costus pulverulentus* Presl, colectada en la Sierra del Madrigal, municipio Teapa, Tabasco, en selva alta perennifolia.

Los recuentos cromosómicos se efectuaron en un individuo de cada especie mediante el método de aplastado de puntas de raíz y tinción, con la técnica de Feulgen. Las preparaciones permanentes se hicieron con la técnica de "hielo seco" descrita por Sharma y Sharma (1980).

Para determinar el número cromosómico de *Costus pictus* se realizó un conteo meiótico a partir de botones florales, fijados en solución Carnoy y teñidos con aceto-carmín. Los conteos se realizaron con óptica de contraste de fases con un microscopio Zeiss Fomi III provisto con un objetivo planapocromático (X63). La cámara lúcida se usó como apoyo para determinar el número cromosómico.

RESULTADOS Y DISCUSION

El cuadro 2 muestra los números cromosómicos de los siete taxa investigados. La contracción extrema de los brazos durante el pretratamiento no permitió estudiar el cariotipo. El conteo haploide de *Costus pictus* fue $n = 9$, que de acuerdo con Sato (1960) es un número básico común dentro de las Zingiberales con cariotipo estable; asimismo el número diploide de *C. pictus* fue $2n = 18$. *Costus pulverulentus* y *C. scaber* también mostraron $2n = 18$, lo que está de acuerdo con los conteos realizados por Maas (1972). En México *Costus scaber* se distribuye en Chiapas, Puebla, Querétaro, centro y sur de Veracruz; en Centroamérica lo hace en Guatemala, Honduras, Costa Rica y Panamá; en América del Sur en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, las Guayanas, Perú, Surinám y Venezuela. En las Antillas se conoce de Haití, Granada, Trinidad y Tobago. *Costus dirzoi*, una especie descrita recientemente y endémica de Veracruz (García-Mendoza e Ibarra-Manríquez, 1991), relacionada con *C. pictus*, y simpátrica con esta última en la región de los Tuxtlas, mostró $2n = 27$ y 28, lo que aparentemente representa la condición triploide o triploide +1. *Costus pictus*, con $2n = 36$, citado por Venkatasubban (1946), es probablemente tetraploide. *Costus pictus* se distribuye en México sobre la vertiente del Pacífico desde Sonora hasta Chiapas y en la del Golfo en los estados de Hidalgo, San Luis Potosí y Veracruz. En Centroamérica se conoce de ambas vertientes hasta Costa Rica. Es posible que el género

Cuadro 2. Número cromosómico de las especies estudiadas.

ESPECIE	REGISTRO PREVIO (2*n*)	Autor	ESTE ESTUDIO (2*n*)	(*n*)
Calathea ovandensis	--		25	--
Costus pictus	36	Venkatasubban (1946)	18	9
Costus pulverulentus	18	Maas (1972)	18	--
Costus scaber	18	Maas (1972)	18	--
Costus dirzoi	--		27, 28	--
Maranta gibba	--		40	--
Stromanthe macrochlamys	--		ca. 60, 63	--

Costus forme una serie poliploide. *Costus pictus* y *C. pulverulentus* probablemente pueden llegar a formar híbridos naturales en el sur de Veracruz y Tabasco (Maas, 1972; Vovides, 1994), lo que se puede deber a la posible alta fertilidad gamética, ya que ambas especies tienen el número cromosómico diploide de $2n$ = 18. *Costus pulverulentus* es la especie más ampliamente distribuida en la vertiente del Golfo en México y la más variable en cuanto a caracteres vegetativos tales como el indumento y la forma de la hoja. En México se registra de los estados de Chiapas, Oaxaca, Querétaro, Tabasco y Veracruz; en Centroamérica de ambas vertientes; en Sudamérica de Colombia, Ecuador y Venezuela. Algunos ejemplares de *C. pulverulentus* tienen caracteres similares a los de *Costus pictus*, especialmente el color del cáliz y de las brácteas (Vovides, 1994). Maas (1972) sospecha la existencia de introgresión entre estas dos especies en Tabasco.

Maranta gibba tiene $2n$ = 40; se distribuye en regiones cálido húmedas de México, en Campeche, Chiapas, Jalisco, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán; en Centroamérica se encuentra desde Guatemala hasta el sur de Nicaragua. Además se conoce de las Antillas menores y en América del Sur de Venezuela, norte de Colombia, Guyana y el oeste de Surinám.

Para *Calathea ovandensis* el recuento fue de $2n$ = 25; esta especie es endémica de México y se distribuye en Chiapas, estado de México, Oaxaca, San Luis Potosí, Sinaloa y Veracruz.

Stromanthe macrochlamys, con $2n$ = ca. 60, ca. 63, se ha colectado en el sureste de México en Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz. En Centroamérica, probablemente en Guatemala.

No existe información suficiente en general sobre la familia Marantaceae para comparar los recuentos presentes y solamente podemos inferir que las especies estudiadas probablemente son parte de una serie poliploide. Para entender mejor la posible poliploidia en este grupo se necesita investigar más material y de otras localidades.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a F. Chiang, L. Andersson, H. Kennedy y N. Ogata por sus comentarios y consejos. Esta investigación fue realizada gracias al apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través del proyecto CONACyT No. 0063-N9106.

LITERATURA CITADA

Andersson, L. 1981. The neotropical genera of Marantaceae. Circumscription and relationships. Nord. J. Bot. 1: 218-245.

Boehm, K. 1931. Embryologische Untersuchungen an Zingiberaceae. Planta 14: 411-440.

Dahlgren, R., H. T. Clifford y P. F. Yeo. 1985. The families of Monocotyledons. Springer-Verlag. Berlin. 520 pp.

García-Mendoza, A. y G. Ibarra-Manríquez. 1991. A new species of *Costus* (Costoideae, Zingiberaceae) from Veracruz, Mexico. Ann. Missouri Bot. Gard. 78: 1081-1084.

Heywood, V. H. 1993. Flowering plants of the world. Oxford University Press, Nueva York. pp. 300-301.

Kress, W. J. 1990. The phylogeny and classification of the Zingiberales. Ann. Missouri Bot. Gard. 77: 698-721.

Maas, P. J. M. 1972. Costoideae (Zingiberaceae). Flora Neotropica, Monograph No. 8. New York Botanical Garden, Nueva York. 139 pp.

Mahanty, H. K. 1970. A cytological study of the Zingiberales with special reference to their taxonomy. Cytologia 35: 13-49.

Moore, R. J. (ed.) 1973. Index to plant chromosome numbers 1967-1971. Regnum Veg. 90: 1-530.

Raven, P. H. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: cytology. Ann. Missouri Bot. Gard. 62: 724-764.

Sato, D. 1948. The karyotypes and phylogeny in Zingiberales. Jap. J. Genet. 23: 44-45.

Sato, D. 1960. The karyotype analysis in Zingiberales with special reference to the protokaryotype and stable karyotype. Sci. Pap. Coll. Gen. Educ. Univ. Tokyo 10: 225-273.

Sharma, A. K. y Sharma, A. 1980. Chromosome techniques, theory and practice. 3a. ed. Butterworths, Londres. 711 pp.

Venkatasubban, K. R. 1946. A preliminary survey of chromosome numbers in Scitamineae of Bentham and Hooker. Proc. Indian Acad. Sci. 23B: 281-300.

Vovides, A. P. 1994. Costaceae. Flora de Veracruz. Fascículo 78. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver. 13 pp.

Vovides, A. P. 1993. Familia Zingiberaceae. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, Fascículo 18. Instituto de Ecología, A.C. Pátzcuaro, Mich. 14 pp.

Acta Botánica Mexicana (1995), 33:87-88

Reseña de Libro

Sharp, A. J., H. Crum & P. M. Eckel (eds.). 1994. The moss flora of Mexico. Mem. New York Bot. Gard. 69: 1-1113+xvii.

El proyecto de la flora de musgos de México tiene sus antecedentes en los estudios fitogeográficos de Aaron J. Sharp que desde 1944-1945 investigaba las relaciones florísticas de México con los Apalaches del Sur. Los trabajos formales se iniciaron en 1972 con la idea de completar la publicación de la Flora en un tiempo relativamente corto, aunque por el número de especies, el de los contribuidores (31) y por las dificultades técnicas de un manuscrito voluminoso, la publicación de la obra fue diferida.

La aparición de la Flora es un evento científico sobresaliente pues es la primera obra que, con un enfoque taxonómico-florístico, describe e ilustra las especies mexicanas de un grupo de plantas de alta complejidad taxonómica. Su publicación también es meritoria porque reúne el trabajo de reconocidos especialistas de familias o géneros de musgos.

La Flora fue producida en dos volúmenes numerados consecutivamente, en papel reciclado de buena calidad y con pasta dura; contiene descripciones de órdenes, familias, géneros y categorías infragenéricas; incluye seis combinaciones nuevas y un género nuevo, *Terrestria*. Hay claves para familias, géneros y para unos 943 taxa infragenéricos; aunque éstas son de fácil manejo, en algunos grupos como *Grimmia* y en la familia Pottiaceae, la identificación correcta puede ser problemática. Al momento de publicarse cerca de 15 especies no quedaron formalmente reconocidas en la Flora o sólo fueron mencionadas incidentalmente.

La sinonimia es uno de los atributos valiosos de la Flora, pero con frecuencia contiene nombres todavía en uso; aparentemente, muchos arreglos nomenclaturales y taxonómicos recientes no se incluyeron en la sinonimia para no hacer ajustes editoriales mayores, o se adoptaron esquemas taxonómicos conservadores como en el caso del complejo de *Hookeriopsis* para el cual no se reconocen *Brymela*, *Thamniopsis* y *Trachyxiphium* como géneros independientes. A diferencia de los anteriores, en las Thuidiaceae se incorporó el concepto de *Cyrto-hypnum* como un segregado de *Thuidium*, aunque en la clave para las especies se omitió la sustitución de la “T” por la “C” en las últimas revisiones.

En general, los datos altitudinales de la Flora están expresados en metros, pero bajo *Pringleella pleuridioides* (p. 101), *Lepidopilum pringlei* (p. 807) y *Campylium halleri* (p. 897), hay omisiones o errores. En sentido amplio, la exactitud de la información altitudinal de las especies es cuestionable; las cifras originales (según aparecían en una versión preliminar revisada por este autor) difieren de las actuales hasta en 200 unidades, pero no se ha podido determinar si los datos fueron ajustados por los editores al convertirlos a metros o representan adiciones incorporadas por los autores. Indudablemente la altitud registrada para *Homaladelphus sharpii* no es 4400 m sino 2256 m; el espectro altitudinal de *Curviramea mexicana* (p. 825), aunque expresado en pies, debe leerse en metros.

Algunos datos de distribución geográfica son inexactos; los especímenes citados del Iztaccíhuatl pertenecen al Estado de México, no Puebla (p. 98) o Veracruz (p. 151); *Uleobryum peruvianum* no se conoce del Estado de México (p. 227); no está claro si *Encalypta vulgaris* es parte de la flora de Zacatecas (p. 422) pues se dice que los ejemplares de esa zona pertenecen a *E. rhaptocarpa*. La distribución en México parece estar basada

preferentemente en los ejemplares revisados por cada autor haciendo referencia a datos recientes de la literatura; esta es una cualidad para los que desean contar con información fidedigna para análisis florísticos. Sin embargo, también significa que los interesados deben recurrir a la literatura previa o a trabajos de campo para completar los registros de la distribución de las especies.

Las ilustraciones son uno de los rasgos más importantes de esta obra. En términos generales son dibujos en línea de excelente calidad y de gran uniformidad, a pesar de que fueron preparados por varios artistas. Es lamentable que en la versión final se hayan confundido las ilustraciones de las páginas 938, 940 y 941; el New York Botanical Garden ha enviado las que sustituyen a las láminas incorrectas.

La Flora cierra con un glosario y una bibliografía muy completa; el índice se incluye en los dos volúmenes y facilita considerablemente su consulta aun cuando se han detectado algunos errores en el uso de negritas o cursivas, por ejemplo, en *Fissidens mexicanus*, *F. papillosus* y *Brachythecium polyoicum*. A pesar de estos y otros errores menores, la obra puede recomendarse ampliamente y deberá consultarse para estudios en el sur de los Estados Unidos de América y en América tropical como complemento a los trabajos florísticos que actualmente se efectúan en las Antillas y en Centroamérica.

Claudio Delgadillo M., Instituto de Biología, UNAM, Apartado postal 70-233, 04510 México, D.F.

Esta revista aparece gracias
al apoyo económico otorgado por
el Consejo Nacional de Ciencia
y Tecnología, México.

Toda correspondencia referente a
suscripción, adquisición de
números o canje, debe dirigirse a:

ACTA BOTANICA MEXICANA

Instituto de Ecología
Centro Regional del Bajío
Apartado Postal 386
61600 Pátzcuaro, Michoacán
México

Suscripción anual:

México N$ 40.00
Extranjero $ 15.00 U.S.D.